PETRU BOGDAN

CHIMIA ANORGANICĂ

PENTRU CLASA Va

EDITURA „CARTEA ROMÂNEASCĂ" BUCUREȘTI

INTRODUCERE

(De cetit și de rezumat de către elevi).

Cunoștințele ce le avem relativ la cultura greco-romană, arată că în antichitate oamenii și-au pus numeroase întrebări cu privire la cunoașterea lumei, care ne înconjoară:

Despre corpurile, cari se găsesc în jurul nostru și despre schimbările, la cari ele sunt supuse, avem cunoștință, în primul loc prin simțuri. Acestea ne arată, că în jurul nostru avem *mai multe materii*, din cari se fac diferite obiecte: din sticlă se fac geamuri, pahare, flaccane, etc.; din fer avem cue, table, sârmă, etc.; în afară de aceasta lumea apare ca fiind alcătuită din *corpuri întregi*, fără ca în ele să fie *locuri vide*; avem cu alte cuvinte o structură *continuă* a materiei. Pământul cu văile, dealurile, munții și șesurile se arată ca ceva nemărginit: corpurile cerești se mișcă dela răsărit la apus; din apa mării, prin evaporare, se obțin corpuri solide: apa evaporată dispare în atmosferă, în aer: etc.

Pe baza *simțurilor* lumea a crezut că:

1) diferitele corpuri din jurul nostru sunt alcătuite din *mai multe materii*: avem *teoria diversității materiei*.

2. Că materia este *continuă*. In sticlă, în fer, în aur nu avem spații *goale*. Aceasta este teoria *continuității materiei*.

3. Suprafața pământului ar fi plană și infinită.

4. Pământul stă pe loc și corpurile cerești se mișcă.

5. Apa se preface în aer: când plouă, se schimbă *aerul* în *apă*.

6. Din apă se pot obține corpuri solide, ca acelea cari se găsesc în pământ; se zicea că apa s'a transformat în pământ.

Tot în antichitatea greco-romană au fost și învățați cari au pus la îndoială adevărul cunoștințelor obținute prin simțuri. Ținând samă de alte observații și făcând uz de raționament, aceștia ajungeau la alte rezultate cu privire la lumea care ne înconjoară. Răsăritul și apusul stelelor, mișcarea *anuală*, se explică mai bine prin *ipoteza* că pământul este *rotund* și că el are o mișcare de rotație în jurul unei axei, și în acelaș timp o mișcare în jurul soarelui. De-aici lupta între

sistemul *geocentic* (pământul s'ar găsi în centrul universului şi corpurile se învârtesc în jurul pământului) şi cel *heliocentric*, (pământul se învârteşte în jurul soarelui).

Dilatările corpurilor, comprimarea lor pot să se explice numai dacă admitem, că în toate corpurile avem părţi foarte mici, cari se găsesc puse unele lângă altele (*juxtapuse*), aşa că între dânsele rămân locuri goale, locuri unde nu-i materie, spaţiuri *vide*. Spaţiurile goale sunt aşa de mici că ochiul nu le poate distinge. Continuitatea materiei ar fi *aparentă* şi s'ar datora imperfecţiunii simţurilor noastre. Au fost filosofi cari au susţinut că simţurile *înşală*, — „urechea ne minte şi ochiul ne înşală" — cum a exprimat acest lucru *Eminescu*. Adevărul nu ni este dat de simţuri. Pentru a-l afla trebue să recurgem la *raţionament*.

Când facem comparaţie între cunoştinţile noastre ştiinţifice de astăzi şi ale celor vechi, *date de simţuri*, constatăm că între dînsele este o deosebire fundamentală şi am fi înclinaţi să credem, că progresul constă în *a crea, o lume deosebită de acea dată de simţuri şi a crede în existenţa ei*. Avem aşa faţă în faţă:

a) Pământul infinit, faţă de pământul rotund.

b) Mişcarea corpurilor cereşti în jurul pământului în timp de o zi şi o noapte şi teoria lui *Copernic*, pământul se învârte în timp de 24 de ore în jurul axei sale.

c) Mişcarea soarelui şi a corpurilor cereşti în jurul pământului, iar în faţa acestei teorii, avem pe aceea a lui *Copernic*: pământul se învârteşte în jurul soarelui.

In ce priveşte structura materiei în antichitate am avut faţă în faţă iarăşi teorii direct opuse: unii credeau în *continuitatea materiei* (teoria *continuităţii materiei*) şi alţii în alcătuirea ei din părţi foarte mici numite *atomi* (teoria *discontinuităţii materiei*). *Democrit, Epicur, Leucip*..... De asemenea mai constatăm că în antichitate s'au emis *teorii unitare* cu privire la compoziţia materiei şi o *teorie a diversităţii ei*.

Teorii unitare.: *a*) *Thales* din *Milet* şi egiptenii credeau că la baza tuturor corpurilor este *apa*: fără apă animalele nu pot trăi, plantele nu cresc; când îngheaţă, apa se transformă în pământ; când este cald, apa se preface în aer. Toate corpurile sunt făcute din apă.

b) *Anaximene*, reproducând raţionamentul, crede că toate corpurile sunt făcute din aer. Fără aer plantele şi animalele nu pot trăi; când plouă aerul se preface în apă şi când este frig, apa prin îngheţare se preface în pământ etc.

c) După *Xenofon din Colofon* pământul este materia unică, din cari sunt alcătuite toate celelalte. Plantele *cresc* din pământ; *ghiaţa* (materie pământoasă) trece în apă, apoi în aer etc.

d) *Heraclit* admite *focul* la baza alcătuirei corpurilor.

Faţă de aceste *teorii unilare*, avem *teoria diversităţii materiei* sub forma *teoriei celor 4 elemente*, dată de *Empedocle*. Corpurile sunt alcătuite din patru elemente : apa, aerul, pământul şi focul.

Definitiv ideile cu privire la structura materiei au fost enunţate de *Aristot* din sinteza celor precedente.

După Aristot există o *materie unică*, care se presintă sub diferite forme aparente, după proprietăţi :

a) Când materia este *caldă* şi *uscată* avem *focul*
b) „ „ „ *caldă* şi *umedă* „ *aerul*
c) „ „ „ *rece* şi *umedă* „ *apa*
d) „ „ „ *rece* şi *uscată* „ *pământul*

Amesticul acestor patru corpuri, în diferite proporţii, constitue corpurile din jurul nostru. Materia unică, care se găseşte la baza tuturor corpurilor, a fost numită de *Aristot materia a cincea*, în latineşte *quinta essentia*, de unde derivă cuvântul modern *cvintesenţă* (quintesenţă). Elementele se pot transforma unele în altele : apa în aer, apa se transformă în pământ etc. Uşor putem vedea că în teoria aceasta avem la bază schimbările de stare ale corpurilor.

De la antichitatea greco-romană a rămas deci moştenire teoria celor patru elemente sub forma dată de *Aristot*. Ea a domnit în tot cursul Evului-mediu şi o bună parte a timpurilor moderne. Caracteristica ei este credinţa că se pot transforma corpurile, unele în altele, că din *plumb* putem avea *aur*, din cupru putem avea *aur* etc.

Literatura arată că dela *egipteni* preocupările cu privire la materie, structura şi transformările ei au trecut la greci şi romani, apoi arabii le-au răspândit în Spania, iar de aici ele au trecut în toată Europa. Timp de 20 de secole a domnit credinţa în *transmutarea elementelor*. Oamenii cari în Evul-mediu şi *timpurile moderne* se ocupau cu probleme de chimie au fost numiţi *alchimişti*. Ei căutau să discopere medicamente şi mai ales substanţe cari să dea omului posibilitatea de a prelungi viaţa şi de a reda *tinereţa* la cei bătrâni. Aceste lucruri, după toţi oamenii din acele timpuri, erau posibile : trebuia găsit numai *elixirul vieţei*, adică o *băutură*, care să redee puterile, să redea *tinereţa*. Aflarea *pietrei filosofale*, adică a unei substanţe cu care atingând, frecând ori topind metalele *nenobile*, plumb, cupru, fer, etc..... să se obţină *aur*, a constituit o altă preocupare predominantă în lumea alchimiştilor. Incercările experimentale făcute de dânşii au dat la iveală un bogat material de fapte ; dela dânşii s'au moştenit şi aparate de lucru : alambicuri pentru distilat, creuscte, furnale, etc. ...

Ca ştiinţă chimia s'a dezvoltat *târziu*. Prin sec. 17 fizica, matematicele, astronomia erau în floare ; numele lui Galileu, Torricelli, Pascal, Descartes, Newton erau cunoscute, ca şi lucrările lor ; totuşi se credea încă în cele 4 elemente ; dintre gazuri era cunoscut aerul şi bioxidul

de carbon; amoniacul, acidul clorhidric erau cunoscuți numai în soluții. Aerul și apa erau considerate ca elemente. Cele mai multe gazuri au fost descoperite în jumătatea a doua a secolului al 18-lea.

Multe cauze au contribuit la această dezvoltare târzie a chimiei.

1. Natura însăși a fenomenelor chimice. La dânsele nu vedem decât începutul și sfârșitul, fără stările intermediare. Ele sunt mai *ascunse* simțurilor.

2. În știință metoda de observație și de generalizare (*metoda inductivă*) a fost introdusă târziu. Lumea era deprinsă cu *metoda deductivă*, baza matematicelor: se pleacă dela adevăruri generale, *axiome*, admise de toți și prin raționament se ajunge la dezlegarea problemelor cu caracter particular. În Chimie, adevărurile generale erau date sub forma teoriei celor patru elemente și puțini se îndoiau de adevărul acestei teorii.

3. În chimie joacă mare rol gazurile; ele participă la multe reacții chimice, fie sub formă de corpuri active, fie sub formă de corpuri, cari rezultă din reacții. Se știa că aerul este corp gazos. *Van Helmont* un alchimist olandez (despre care a scris o carte D. Cantemir) a arătat că există și un alt corp gazos, *gaz sylvestre*, pe care-l prepara din cridă și acid clorhidric. El a arătat că acest gaz există în *peștera câinelui* de lângă Neapoli, că rezultă din fermentații, se găsește în ape minerale. Dar atât. De oarece compoziția aerului nu era cunoscută și aerul era considerat ca element, *schimbările corpurilor în aer, arderile* nu puteau fi explicate. Lucrări izolate cu privire la rolul aerului în fenomenele de *ardere*, nu fuseseră înțălese. Așa au fost acelea ale englezului *J. Mayow* (1643—1679)

După *Mayow* există în aer o substanță specială care întreține arderea; el a numit această substanță *spiritus ignoaerëus*. Ea se dezvoltă și din *salpetru, nitrum* prin încălzire; de aceia a mai numit-o *spiritus nitroaëreus* [1]). Aceste lucrări n'au găsit răsunet. Tot așa nu s'a dat importanță faptului constatat, că în *ardere greutatea corpurilor crește*. Din contra a înflorit o teorie a arderilor numită *teoria flogistică*, care era în vădită opoziție cu experiența, anume faptul cunoscut că în ardere greutatea corpurilor crește.

Arderi au loc nu numai când avem flacără, ci și atunci când încălzim metale nenobile în aer; ele se acopăr cu pături de coloarec enușie; sub numirea de *cenușă* se înțelegeau toate productele rezultate din ardere (cum ar fi a lemnului) sau din încălzirea metalelor în aer.

---

[1]) *Experiență.* Într'o prubetă se topește ceva azotat de potasiu; în lichid se pune un fragment de mangal roș (incandescent). El arde cu multă putere. În lichid putem arunca puțină floare de sulf: ea se aprinde. Din azotatul topit se degajă gazul care întreține arderea.

Teoria flogistică. — A fost formulată și susținută de *Stahl* (1660—1734), medicul regelui Prusiei. După dânsul, corpurile cari ard cuprind o substanță, numită *flogiston*, în cantitate cu atât mai mare, cu cât ard mai bine. In cantitate mare flogistonul s'ar găsi în cărbune. Metalele au toate flogiston. Când un corp arde în aer, flogistonul îl părăsește, trecând în aer. *Cenușa metalelor* n'are flogiston.

Schimbarea care are loc în ardere poate fi reprezentată deci în felul următor:

Metalul = cenușă + flogiston.

Cenușa metalelor o numim astăzi *oxid*: cenușa de Magneziu este *oxid de magneziu*, cenușa de fer este *oxid de fer*.

Ca să trasformăm cenușa (oxizii) în metal, trebue să-i redăm flogistonul, ceia ce facem încălzind cenușa cu un corp, care are mult flogiston, cum este cărbunele.

Cenușă de metal + Cărbune = Metal + Cenușă de cărbune.

In industrie tocmai se încălzesc oxizii cu cărbune pentru a pune în libertate metalul.

Teoria aceasta a fenomenelor de oxidare a domnit vr'un secol în știință; ea a ajutat pe unii din cei mai mari chimiști în cercetările lor. Această teorie nu putea explica faptul constatat că cenușa (oxizii) are o greutate mai mare decât metalul. După dânsa ,metalul are o compoziție mai complicată, decât cenușa (oxidul). Teoria, de și a fost recunoscută mai târziu ca falșă și înlocuită prin teoria *oxidației a lui Lavoisier*, a adus totuși reale servicii. Nu-i primul exemplu, când o teorie falșă poate aduce servicii. Teoria *caloricului nedestructibil* ne dă un al doilea exemplu. După fizicienii de acum două sute de ani, căldura constă dintr'o substanță numită *caloric*, care se strânge pe corpul încălzit, în cantitate cu atât mai mare, cu cât temperatura este mai ridicată. *Caloricul* nu se poate distruge. El trece de pe un corp cu temperatura mai mare, pe altele cu temperatură mai mică. Scriind ca în aceste schimbări *caloricul nu se pierde*, că într'un calorimetru cântitatea de caloric cedată de unele corpuri este egală cu cea câștigată de celelalte corpuri, avem relația fundamentală a *calorimetriei* (*Joseph Black*). Tot teoria caloricului nedestructibil, a fost punctul de plecare pentru formularea unei legi, *numită legea a doua a termodinamicei*.

Pentru explicarea faptelor observate, omul a recurs la un procedeu, care-i servește de altfel zilnic în activitatea lui, anume procedeul *ipotezei*. De exemplu ni se comunică de cei din jurul nostru, că a venit o telegramă; imediat facem *ipoteza*: telegrama este de la A; facem și o a doua, poate să fie de la B, etc...; pe urmă ne gândim: A nu poate telegrafia, căci în localitatea unde se găsește nu este telegraf; prima *ipoteză* o înlăturăm, căci nu este în acord cu ceia ce știm noi;

pentru motive deosebite îndepărtăm pe o a doua, a treia etc. Tot aşa şi în ştiinţă : simţurile ni arată materia continuă ;considerăm aceasta ca un adevăr şi avem astfel, cu privire la compoziţia materiei o primă ipoteză : *continuitatea*. Cu dânsa însă nu putem explica de ce materia se dilată, se comprimă, se îndoae ; de ce un corp nu este sgârâiat de un altul etc. De aceia prima *ipoteză*, continuitatea, este îndepărtată şi înlocuită cu alta, *discontinuitatea*, alcătuirea corpurilor din părticele foarte mici, cari se aşază unele lângă altele, lăsând locuri goale (libere, vid). A doua *ipoteză* explică foarte multe fapte. O păstrăm ,câtă vreme ea explică faptele ; o modificăm sau chiar o îndepărtăm, când nu mai este în acord cu faptele observate.

Corpusculile mici (atomii celor vechi), flogistonul, caloricul sunt *ipoteze*. Luând ipotezele, ca punct de plecare, prin raţionament, reuşim să stabilim serii de *consecinţe*, analoage cu teoremele din matematici.

O ipoteză, împreună cu toate consecinţele ei constitue o *teorie*.

Pentru structura materiei avem *teoria corpusculară* (corpurile alcătuite din corpuscule sau părticele foarte mici, atomi). Pentru oxidări avem teoria flogistică ; pentru fenomenele de căldură avem *teoria caloricului nedestructibil*, alcătuită din ipoteza caloricului nedestructibil şi din toate concluziile trase din ea, cum ar fi formulele pentru cantităţile de căldură ale unui corp, pentru calorimetrie etc.....

La un moment dat oamenii îşi dau seama că o teorie nu poate explica toate faptele. Atunci se procedează la perfecţionarea teoriei, dacă este posibil sau chiar la înlocuirea ei cu alta.

In cele ce urmează vom vedea fazele, prin cari a trecut teoria corpusculară, pentru a ajunge la forma de astăzi. Teoria flogistică, cea a caloricului indestructibil, a sistemului *geocentric* (pământul în centrul universului) au fost părăsite şi înlocuite cu altele. Totuşi ,câtă vreme omul s'a servit de dânsele, ele au *adus servicii* ; o teorie recunoscută falşă, poate totuşi înlănţui *unele fapte*. *Hipoteza* şi *teoria* sunt absolut indispensabile ; faptele observate sunt foarte numeroase şi stau izolate ; *ipoteza cu teoria le coordonează*, le *leagă*. Nu există ştiinţă fără *ipoteză şi teorie* ; nu există activitate sufletească fără ele.

In genere *ipotezele* sunt sugerate de *observaţia fenomenelor*. Faptul că din apă, prin evaporare, se depun corpuri solide, faptul că plantele creşc numai în terenuri umede şi că *Nilul*, prin revărsările lui, contribuia la recolte bogate, au făcut pe vechii egipteni să enunţe *ipoteza* că apa este *elementul esenţial, elementul din care se compun toate celelalte corpuri*. Este poate şi ceva *poetic* în acest enunţ. Dar, în orice caz, el este rezultatul unor observaţii. Vedem că spiritul omenesc este destul de *subtil* şi de *ingenios*, ca să poată face *alte generalizări*, cu aceeaşi dreptate plecând dela aceleaşi *fapte de observaţie* ; aşa vedem că s'a emis părerea că *pământul*, ori *aerul* ori *focul* constitue materia *unică*,

care se găsește în compunerea tuturor corpurilor. Trecerea la generalizări din cercetarea faptelor constitue *metoda inductivă*. Din contră, trecerea de la *ipoteze*, prin deducții logice, la cazuri particulare constitue metoda *deductivă*. Omul se servește zilnic de amândouă. *Viața* unei *ipoteze* atârnă de posibilitatea de a explica faptele observate cu ajutorul ei. Ipoteza va avea *viață mai lungă*, când *explică* toate faptele. O ipoteză poate avea *durată mai scurtă*, când există numeroase fapte pe cari ea nu le poate explica.

Îndată ce teoria flogistică n'a mai putut explica totalitatea faptelor (în acest caz fenomenele de *ardere* în aer), ea a trebuit să fie părăsită. In locul ei *Lavoisier* a întronat *teoria oxidației*.

LAVOISIER ȘI OPERA LUI.

Antoine Laurent Lavoisier (1743—1794) a căpătat o solidă educație, mai ales în ce privește matematicile și fizica. La 25 de ani, în urma activității lui științifice, fu ales membru al Academiei franceze. Fusese om bogat ; dar, experiențele costisitoare făcute de dânsul i-au consumat o bună parte din avere. Fu numit „fermier général", adică administrator al averei publice și al încasărilor ; fu chemat apoi la administrarea fabricilor de salpetru și de praf de pușcă. A continuat să funcționeze și după 1789, data isbucnirei revoluției franceze. In timpul *teroarei* fu acuzat de administrare necinstită ; în special i se reproșa că în timpul administrației lui calitatea tutunului s'a înrăutățit. Impreună cu alți administratori, fu condamnat și executat prin ghilotinare. In urma dovezilor aduse mai târziu, prin care se arăta că a fost condamnat pe nedrept, memoria lui a fost *reabilitată*.

Lăsând la o parte numeroase publicații ale lui, menționăm trei momente principale și caracteristice ale operei lui științifice.

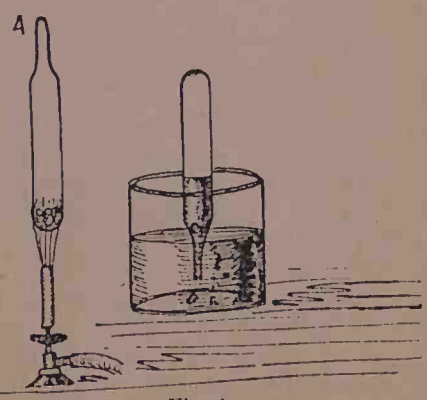


Fig. 1

1. El introduce în Chimie o metodă nouă de cercetare, *cântărirea substanțelor*, cari iau parte la reacție sau rezultă din ea ; din acest moment *balanța* deveni instrumentul principal în cercetările chimice.

2. El arată că în oxidare joacă rol numai o parte din aer. Pentru a dovedi acest lucru el a făcut numeroase experiențe : citâm următoarele două :

a) Intr'un tub de sticlă se pune la fund un ghem făcut din foae de *cositor*; mai sus este un slab dop de vată, fig. 1. Tubul subțiat este închis la lampă. Cântărește tubul și apoi încălzește tubul, până la roș închis. In aceste condiții știm că Staniul se transformă în *cenușă de staniv*. Cântărind din nou, constată că greutatea tubului *n'a variat*. Pune apoi tubul cu capătul A sub apă și rupe vârful; o coloană de apă se ridică în tub. Prin aceasta se dovedește că este acum mai puțin aer; o parte din aer s'a combinat cu metalul.

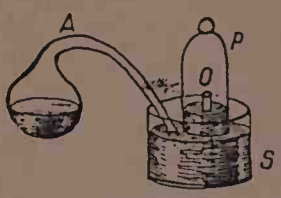


Fig. 2

b) Pe un cuptior pune (anul 1774) o retortă A cu gâtul îndoit fig. 2; în retortă pune mercur. Deschiderea O a retortei vine sub un clopot de sticlă P. In vasul S este mercur. Aerul din retortă și cel de sub clopot comunică astfel între dânsele. Incălzi timp de 12 zile mercurul până aproape de fierbere. Observă că la suprafața mercurului se formează pulbere roșie de *cenușă de mercur*. După răcire constată că sub clopot nivelul mercurului s'a ridicat. O parte din aer deci s'a unit cu mercurul. Aerul rămas nu mai *întreține arderea, nici viața*: pe acest din urmă Lavoisier îl numi *azot* (corp în care animalele introduse nu pot trăi).

Priestley, cu ocazia unei vizite ce a făcut la Paris, a comunicat lui Lavoisier descoperirea făcută de (Pristley) dânsul, că din cenușa roșie de Mercur prin încălzire se obține mercur și un gaz, în care corpurile ard cu mai multă putere decât în aer. Prin încălzire mai tare a retortei, oxidul roș de mercur este desfăcut și în aparat rămâne aer.

Experiența arată că în aer este un gaz, care joacă rolul hotărâtor în fenomenele de ardere: că acest gaz se combină cu *metalele* și dă cenușa; că *cenușa trebue atunci să fie mai grea decât metalul*. Gazul care întreține arderea fu numit de Lavoisier *Oxigen*. Cenușa metalelor este o combinație a metalelor cu oxigenul; *Lavoisier* dădu acestor combinații numele de *oxizi* (în locul numelui *cenușă*; noi vom întrebuința de aici înainte numele de *oxizi*).

Se vede deci că în aer sunt două corpuri gazoase în cantitate mai mare: *oxigenul* și *azotul*. După variația de volum din experiența lui Lavoisier se vede că dintr'un volum de aer $^1/_5$ aproximativ este ocupată de oxigen și $^4/_5$ de azot.

Prin aceste lucrări *Lavoisier clarifică*:

a) *Compoziția aerului atmosferic*, care este format din oxigen și azot.

b) *Fenomenele de ardere*. — Când corpurile ard, ele se unesc cu oxigenul. Unele arderi se fac cu dezvoltare de căldură și lumină; așa arderea de fosfor în aer, de magneziu, cărbune, etc..., arderea lemnelor; asemenea arderi se numesc arderi *violente* ori energice. Multe metale

nenobile în aer ard *încet*, fără desvotare de lumină şi căldură; avem atunci *arderi lente*. Din arderea metalelor în aer rezultă *oxizi*: oxid de magneziu, bioxid de carbon, pentaoxid de fosfor etc...

3. In reacţiile chimice nu are loc variaţie de greutate, căci corpul compus rezultat are o greutate egală cu suma greutăţilor corpurilor componente. Rezultatul acesta este cunoscut sub numele de *legea conservării materiei*, datorită lui *Lavoisier*.

Cu această ocazie amintim că Lavoisier a rezolvit definitiv unele probleme, în legătură cu moştenirea ştiinţifică de la antichitatea greco-romană 1. *Aerul nu este un element, ci un corp compus.*

2. Fierbând apă distilată în vase de sticlă, se obţine un corp solid care se depune. Se interpretă faptul în felul următor: apa s'a *transformat în pământ*. Lavoisier cântăreşte sticla, înainte de experienţă şi după experienţă şi constată că după fierbere cu apă greutatea sticlei este mai mică.

Evaporând apa care conţine depozitul insolubil, poate cântări acum acest depozit uscat. Greutatea lui este egală cu scăderea de greutate a sticlei. In această experienţă apa a atacat sticla; depozitul provine din sticla atacată şi *nu* din apă. *Apa distilată nu se transformă în materii pământoase.* Cu aceasta se dă o nouă lovitură teoriei lui *Aristot* a celor patru elemente şi *quinta essentia*. Lumea este eliberată de sub jugul credinţelor moştenite de la greci şi romani.

In şirul arderilor lente este pusă acum şi *respiraţia*. Trecând aer peste jaratic încălzit puternic într'o ţevie de fer, şi conducând gazurile prin apă de var, aceasta se tulbură; bioxidul de carbon rezultat din arderea carbonului în aer, tulbură apa de var. Conducând gazurile cari ies din *expiraţie* prin apă de var, ele turbură apa de var: gazurile eliminate în expiraţie au deci bioxid de carbon. Respiraţia este deci *ardere lentă*. Reacţiile din organism pot fi deci trecute printre *reacţiile chimice obicinuite*.

De la Lavoisier începe perioada nouă a Chimiei. Metoda şi concepţiile noi dau un impuls nou cercetărilor chimice. In special se studiază combinările corpurilor cu *Oxigenul*: avem aşa o *chimie a oxigenului*.

De la Lavoisier a rămas şi o nouă nomenclatură în chimie. *Oxizii* dizolvaţi în apă pot comunica acesteia gust acru şi proprietatea de a înroşi tinctura de *turnesol* (laemus). Asemenea licori au în ele *acizi*, au *proprietăţi acide*. Aşa sunt soluţiile de bioxid de sulf, pentaoxid de fosfor, bioxid de carbon în apă. Alţi oxizi, de sodiu, calciu, potasiu comunică apei *proprietăţi bazice*: soluţiile lor înalbăstresc tinctura roşie (hârtia roşie) de *turnesol*, ori *fenolftaleina*.

Din neutralizarea *acizilor* cu *bazele* se obţin *săruri*.

In ardere în aer greutatea corpurilor creşte.

Prin numeroase experienţe se dovedeşte că greutatea metalelor creşte, când le încălzim în aer. Încălzind pulbere de fier pe hîrtie de asbest, arzând pulberea de fer suspendată la un magnet, legat şi el la o balanţă, am putut arăta în Ci. IV că în urma arderei ferului în aer, greutatea lui a crescut. Tot aşa arzând *magneziu* metalic într'un creuzet de porţelan, arătăm prin cântărire, că greutatea a crescut.

Experienţa următoare (2 bis) arată că şi atunci când ardem o lumânare, greutatea creşte. Un cilindru de lampă este suspendat la o balanţă. La partea de sus a cilindrului punem o pătură groasă de bucăţi de

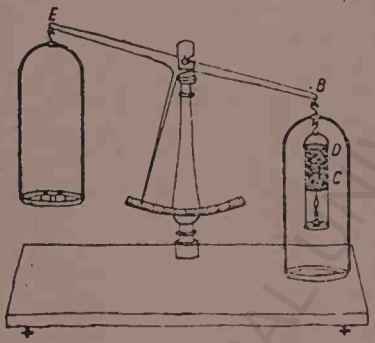


Fig. 2 bis

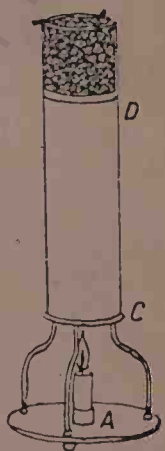


Fig. 2 bis

hidroxid de sodiu, susţinute pe o pânză metalică, prin legături potrivite cu sârmă. La capătul de jos se pune pe o pânză sau un dop de plută tăiat lateral, o lumânare A. Ne îngrijim, ca prin cilindru să poată circula aerul liber de jos în sus. Echilibrăm balanţa şi dăm foc lumânării. Vaporii de apă şi bioxidul de carbon sunt absorbiţi de bucăţile de hidroxid *Na* OH puse la CD aşa, ca printre ele gazurile să poată trece adică *tirajul* în cilindru să fie bun. După vr'o 20—30 de minute, balanţa se înclină cu capătul B, dovedind astfel că în ardere produsele devin mai grele.

Oxigenul.

Priestley (1733—1804) l'a preparat prin încălzirea oxidului roş de mercur. Prepararea se face uşor încălzind oxidul într'o prubetă de sticlă greu fuzibilă. Oxigenul

poate fi prins pe apă, iar mercurul se depune pe pereții reci ai prubetei.

Când voim să preparăm oxigen în cantități mai mari plecăm de la *Clorat de potasiu.*

Experiențe. Topind Clorat de potasiu într'o prubetă, și aruncând în lichid un cărbune incandescent, el arde cu putere, dovadă că din clorat se dezvoltă oxigen. Dacă peste cloratul de potasiu topit punem *puțină* pulbere de sulf, ea se aprinde. Pe o cărămidă punem amestec de pulbere de zahăr și de Clorat de potasiu; lăsând să cadă o picătură de acid sulfuric concentrat peste ametec, el se aprinde și arde cu putere, grație oxigenului dezvoltat de Cloratul de potasiu.

Am putea prepara deci oxigen din cloratul de potasiu topit. Reacția s'ar face la o temperatură destul de înaltă: cloratul de potasiu se topește la 370°. Să prindem oxigenul dezvoltat și să-i măsurăm volumul. Am conconstata că la temperatura de topire se degajă *a* .. cmc. de *oxigen pe secundă,. Volumul oxigenului degajat pe secundă măsoară cantitatea de clorat de potasiu discompusă într'o secundă.* Să ridicăm temperatura cu 10° și să măsurăm și acum volumul de oxigen degajat într'o secundă; vom constata că el este aproximativ 2*a* cmc. La temperatura 370 + 10 = 380° se discompune deci o cantitate de clorat de potasiu de două ori mai mare. *Cantitatea de clorat discompusă pe secundă se numește repegiune de reactie.* Se vede că dacă temperatura crește cu 10°, repegiunea de reacție este aproximativ de două ori mai mare. *Cu ajutorul temperaturei putem deci mări repegiunea de reacție*: scoborând temperatura repegiunea de reacție scade.

Experiența a arătat că dacă adăogăm bioxid de Mangan la cloratul de potasiu, putem avea tot *a* cmc. de oxigen pe secundă la o temperatură mai joasă, cam 150—200°.

Dacă am fi încălzit cloratul de potasiu *singur* la 200° el ar fi degajat o cantitate foarte mică de oxigen pe secundă, A cmc. In prezența bioxidului de mangan la 200° cloratul de potasiu dezvoltă *a* cmc. de oxigen pe secundă. Prin urmare adăogarea bioxidului de mangan a avut ca efect o ridicare a cantității de oxigen degajată pe sec. de la A cmc la *a* cmc. *Bioxidul de mangan face să crească deci repegiunea (de reacție) de discompunere a cloratului de potasiu.* In acelaș timp constatăm la sfârșit, că avem, aceiași cantitate de bioxid de mangan, El n'a luat parte la reacție.

Corpurile cari *influenţează* repegiunea de reacţie, fără ca ele să se consume se numesc *catalizatori*. Bioxidul de magnan influenţează repegiunea de descompunere a cloratului de potasiu: el este deci un *catalizator*.

In prepararea Oxigenului din Clorat de potasiu şi bioxid de mangan, trebue să luăm precauţiunea de a distruge, prin încălzire prealabilă praful şi materiile organice de pe bioxid sau din bioxidul, aşa cum a fost scos din pământ. Cloratul de potasiu trebue să fie uscat.

Incălzirea se face fie într'o retortă, fie într'un balon, prevăzut cu tub abductor. Gazul degajat îl prindem pe apă sau într'un gazometru. Prezenţa oxigenului o constatăm cu bagheta de lemn, care este aprinsă şi, după stingerea flacărei, introdusă într'un flacon cu oxigen: extremitatea *incandescentă* se aprinde din nou.

Arzând Sulf, fosfor, o spirală de fer în Oxigen, constatăm că ele ard cu mai multă putere în oxigen, decât în aer.

Din arderea Sulfului rezultă un gaz, bioxid de sulf, cu miros înăbuşitor. Soluţia lui în apă arată reacţie *acidă*. In apa aceasta avem acid *sulfuros*. Tot aşa pentaoxidul de fosfor obţinut din arderea fosforului în oxigen dizolvit în apă, îi dă reacţie acidă, de oarece se formează acid fosforic.

In clasa IV s'a arătat că putem reprezenta corpurile prin formule chimice. Reacţiile de preparare a Oxigenului se arată atunci în modul următor:

$$HgO = Hg + O$$

Oxid de mercur — mercur — oxigen.

$$ClO_3K = Cl\,K + {}_3O$$

Clorat de potasiu — Clorură de potasiu — Oxigen.

După cum vedem, Bioxidul de mangan nu intervine în reacţie. Dar el măreşte repegiunea de reacţie.

Reacțiile, cari au loc la arderea corpurilor în oxigen le putem formula

$S + 2O = SO_2$
Sulf Oxigen bioxid de sulf sau anhidridă sulfuroasă

$2P + 5O = P_2O_5$
fosfor Oxigen pentaoxid de fosfor, sau anhidridă fosforică.

$3\,Fe + 4\,O = Fe_3O_4$
fer Oxigen Oxid salin de fier.

Din Sodiu și potasiu prin combinarea cu oxigenul obținem *oxizi*

$2\,Na + O = Na_2O$
Sodiu Oxigen Oxid de sodiu

$2\,K + O = K_2O$
potasiu Oxigen oxid de potasiu

Considerăm acum schimbările, cari au loc, când dizolvim oxizii în apă.

$SO_2 + H_2O = SO_3H_2$
bioxid de sulf apă acid sulfuros

$P_2O_5 + 3H_2O = 2PO_4H_3$
pentaoxid de fosfor apă acid fosforic.

$Na_2O + H_2O = 2\,NaOH$
oxid de sodiu hidroxid de sodiu

$K_2O + H_2O = 2KOH$
oxid de potasiu hidroxid de potasiu

Când ardem S, P, în aer *obținem exact aceleași combinațiuni* ca din arderea în Oxigen. *Avem astfel o dovadă mai mult că în aer există oxigen.*

Cu această ocazie reamintim că arderile corpurilor în oxigen sunt *fenomene chimice*, căci corpurile obținute SO_2, P_2O_5, Fe_2O_3 etc.. sunt toate deosebite și de S, P, *Fe* și de Oxigen.

In arderi avem fenomene chimice numite de *combinare*. In disfacerea oxidului roşu de mercur în mercur şi Oxigen avem fenomen de *discompunere chimică*. Corpurile rezultate din combinări se numesc *combinaţii chimice*. Oxidul roşu de mercur este o *combinaţie chimică* a mercurului cu oxigenul.

Când încălzim mercur în aer la 350° mai multă vreme la suprafaţa mercurului, am spus, că se adună pulberea roşie de oxid de mercur. Reacţia chimică dintre mercur şi oxigen se datoreşte alipirei de mercur la oxigen, din care rezultă un singur corp compus:

$$Hg + O = Hg\ O$$

Reacţia aceasta este o reacţie de *adiţiune*.

Prin sec. 17-lea se cunoşteau numeroase reacţii de *discompuneri chimice*. Un învăţat englez *Robert Boyle* (1626—1691) considerând fenomenele acestea de discompunere, a atras atenţia, că prin mijloacele de cari dispune omul, nu reuşim să discompunem mai departe unele corpuri. Aurul, Staniul, Plumbul, Sulful.. etc. n'au putut fi discompuse în alte corpuri. *Boyle* a numit elemente ori corpuri simple, corpurile pe care nu le mai putem discompune. In natură există deci *corpuri compuse* şi corpuri *simple* sau *elemente*. Oxizii menţionaţi mai înainte sunt corpuri compuse; plumbul, Aurul, Staniul, sunt corpuri simple. Pe vremea lui *Boyle* numărul corpurilor simple cunoscute era mic. Oxigenul nu era cunoscut. Astăzi cunoaştem vr'o 87 de corpuri simple.

Boyle a arătat şi scopul chimiei: studiarea substanţelor şi determinarea corpurilor simple din care sunt ele făcute.

Tot el a arătat că trebue să facem deosebire între *amestec* (de exemplu de pulbere de fer şi de sulf) şi *combinaţie* (sulfura de fer). In amestec corpurile îşi mai păstrează proprietăţile: din amestecul de sulf şi fer putem scoate ferul cu un magnet; tot aşa putem separa

sulful din amestec, tratându-l cu sulfură de carbon; sulful este solubil în sulfura de carbon, ferul nu. Din *sulfura de fer* obținută prin încălzirea amestecului nu mai putem separa ferul cu magnetul și nici sulful prin dizolvire în sulfură de carbon. După ce s'au combinat corpurile Fe, S s'au pierdut proprităţile ce le aveau ca *corpuri simple* Fe, S.

Apa.

Nici apa nu-i un element, cum credeau cei vechi. Experienţele pe cari le vom descrie mai jos, vor arăta că apa este un corp compus.

Apa în natură. — Nu-i niciodată curată. Uneori conţine în suspensiune corpuri insolubile; atunci este tulbure. Prin filtrare avem apa limpede. Dar aceasta are diferite corpuri în disoluţie, fie solide, lichide ori gazuri. In general solubilitatea corpurilor solide și lichide creşte cu temperatura; varul și unele săruri de calciu presintă o solubilitate în apă, cu atât mai mică, cu cât temperatura e mai mare. Gazurile se dizolvă în apă în cantităţi cu atât mai mari, cu cât temperatura este mai joasă.

In natură apa o găsim în stare de vapori, în atmosferă. Apa lichidă o întâlnim în oceane, mări, lacuri, fluvii, râuri etc... isvoare; apoi sub formă de rouă, ploae. In nouri avem părticele foarte mici de apă suspendate în atmosferă: unele din aceste părticele sunt lichide, altele sunt solide (în nouri Cirus).

In apa naturală se găsesc dizolvite gazurile din atmosferă, Oxigen, azot, bioxid de carbon. In apă se mai găsesc dizolvite și numeroase substanţe solide, pe cari apa le întâlneşte în drumul ei prin pământ sau la suprafaţa pământului. După discărcări electrice apa de ploaie conţine și azotat de amoniu.

Solubilitatea gazurilor în apă. — *Henry* a dat (1803) legea cu privire la această solubilitate. Pentru unele gazuri, *cantitatea de gaz dizolvit este proporţională cu presiunea.* Astfel:

La 0° un litru de apă dizolvă 49 cmc. Oxigen sub presiunea de 1 atmosferă: când presiunea este de 2 atmosfere cantitatea de oxigen

dizolvată este 2×49 cmc. Un litru de apă la 0° dizolvă $49 \times \frac{1}{5} = 9.8$ cmc. Oxigen sub presiunea $\frac{1}{5}$ atm.

Pentru azot cifrele, raportate la 0° și litru de apă sunt:

Un litru de apă dizolvă 24 cmc. azot de presiune 1 atm.

„ „ „ „ „ 2×24 „ „ „ „ 2 atm.

„ „ „ „ „ $24 \times \frac{4}{5}$ „ „ „ „ $\frac{4}{5}$ atm.

Substanțe solide dizolvate în apă naturală. — Găsim sulfat de calciu, clorură de potasiu, clorură de sodiu, clorură de calciu, urme de azotați, bicarbonat de calciu, fosfați, silice.

După cantitățile de substanțe dizolvate, apele au și proprietăți deosebite.

Ape selenitoase. — Au mult sulfat de calciu. Cu săpunurile ele dau *sopon calcar* insolubil și nu fac spumă. Legumele fierb greu în ele. Când cantitatea de sulfat de calciu trece de 0,2 gr. la litru, apa selenitoasă nu poate fi băută, căci strică sănătății. Apa selenitoasă din fântâni poate fi ameliorată, prin adăogarea unei cantități potrivite de carbonat de sodiu, care dă carbonat de calciu insolubil.

Ape calcare. — Apa încărcată cu bioxid de carbon dizolvă cantități notabile de carbonat de calciu. Nici acestea nu dau spumă cu săpunul. Prin pierdere de bioxid de carbon, apele acestea depun carbonat de calciu pe diferite obiecte (*ape incrustante*); la eșirea din pământ de obiceiu trece mult bioxid de carbon în atmosferă și astfel se depune carbonat. Tot așa apele cu carbonat de calciu formează în peșteri *Stalactite* și *Stalagmite*, atât prin pierdere de bioxid de carbon, cât și prin evaporare de apă. In anul precedent am văzut că după substanțele conținute în soluție, apele pot servi ca ape minerale, putând avea întrebuințări medicale.

Ape minerale, citâm:

Ape termale, când eșă din pământ fierbinți. Sunt utilizate în tratamentul unor boli.

Ape gazoase. — Au gust acru; degajă mult bioxid de carbon, sub formă de bule.

Ape alcaline. — Conțin bicarbonat de sodiu.

Ape sulfuroase. — Cele calde au sulfuri, cele reci au și hidrogen sulfurat.

Ape feruginoase. — Conțin uneori bicarbonat de fer, alteori sulfat de fer.

Ape sărate. — Sunt uneori sărate din cauza clorurei de sodiu; alte ori au gust amar, când au sulfat de magneziu. Alte ori au sulfat de sodiu și clorură de sodiu.

Citãm câteva localităţi cu ape minerale:

1. *Ape termale*: Mehadia 65° — Băile Herculane. Baden-Baden 41°—68° Wiesbaden 70° Carlsbad 75°. Siriu (Buzău) 35°—30°.

2. *Ape sărate*: Slănic, Oglinzi, Monteoru, Sovata, Turda, Uioara, Ocna Sibiului, Ocnele mari, Doftana, Lacul Sărat, Monteoru; conţin multă sare şi cantităţi mici de alte corpuri.

3. *Iodurate şi bromurate*. Bazna, Govora, Vulcana, Vizantea, Techir-Ghiol

4. *Sulfatate*: Cu SO_4Na_2. SO_4Mg, Băltăţeşti, Breaza, Lacul-Sărat.

5. *Feruginoase cu bicarbonat de fer*. Strunga, Slănicul Moldovei, Corond, Valea Vinului.

6. *Sulfuroase*: Olăneşti, Călimăneşti, Pucioasa, Strunga, Vizantea, când sunt reci au H_2S. Când sunt calde au sulfuri.

7. *Arsenicale*: Dorna.

8. *Alcaline*: Căciulata, Vâlcele, Borsec, Tuşnad, Slănic, Buziaş, Singeorz, Borca, Siriu.

O apă bună de băut nu poate conţinea mai mult de 0.5 gr. *materii solide* în disoluţie.

Pentru trupe în campanie. — Apa trebue sterilizată, căci poate avea numeroase materii organice şi numeroase bacterii. Sterilizarea se face cu clor, brom, iod, hipoclorit de potasiu (javelizare) ori de sodiu, Calciu; permanganat de Calciu. De multe ori este suficient de aruncat în apa din pahar un *comprimat* care conţine 0,015 gr. (hipoclorit de Calciu) clorură de var şi 0,08 gr. sare (clorură de sodiu).

Apa de băut. — O apă de băut trebue să fie limpede, să aibă gust plăcut, să fiarbă legumele şi să dee spumă cu săpunul. De aceia apele stătute (în bălţi), nu sunt bune de băut, au gust rău. Unele ape din aproprierea locuinţilor pot avea uneori bacterii de febră de tifoidă sau germenii producători de alte boale. Pentru a ne putea servi de aceste ape, ele trebuiesc fierte şi aerisite apoi. Pentru a îndepărta germenii boalelor (bacterii, protozoare) apele se filtrează prin filtre cu pori fini, cari reţin

bacteriile şi ceilalţi agenţi de boale. Asemenea filtre se fac din *porţelană* poroasă, filtre *Chamberland* şi se fixează la conducta de apă.

Apa distilată. — In laborator putem face distilarea într'un balon de distilare, cu tubulură laterală, legat la un refrigerent. Când este vorba de cantităţi mai mari ne folosim de un alambic. Compoziţia apei a fost arătată de *Cavendish* (1731—1810), care a ars Hidrogen în aer şi a preparat astfel apa din *Hidrogen* şi *Oxigen*. Se mai întrebuinţează terminul *a sintetizat* apa. S'a arătat atsfel că nici apa *nu este un element*, ci un corp compus.

Compoziţia apei se poate arăta prin mai multe metode :

1. *Acţiunea metalelor asupra apei.*

a) Aluminiul amalgamat pus în apă distilată, o discompune punând în libertate *hidrogen*, pe când metalul se uneşte cu Oxigenul şi dă oxid de Aluminium $Al_2 O_3$.

Aluminiul amalgamat se prepară punând pilitură de aluminium în soluţie de sublimat corosiv, 0,5% în apă.

Din anul precedent cunoaştem că Magneziul în pulbere fiert cu apă pune în libertate hidrogenul, iar metalul cu Oxigenul formează oxidul de magneziu, MgO.

Incălzind banda de Magneziu în vapori de apă, acţiunea de discompunere este energică făcându-se cu lumină. De asemenea ferul încălzit în vapori de apă, o descompune.

Sodiul, potasiul, puse sub apă, o discompun energic ; oxidul rămâne dizolvit în apă, iar hidrogenul poate fi prins.

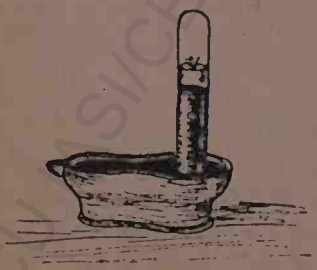


Fig. 3

Punând sodiu ori potasiu metalic pe apă, ele fiind mai uşoare plutesc, dar în acelaş timp discompun apa ; potasiul o discompune cu atâta energie încât căldura dezvoltată este suficientă ca să aprindă Hidrogenul ; flacăra violetă ; când întrebuinţăm sodiul metalic, hidrogenul se aprinde, când ţinem metalul pe loc, punându-l pe o bucăţică de ghiaţă, ori pe o hârtie de filtru aşezată pe suprafaţa apei ; flacăra are coloare galbenă. Dar dacă lăsăm Sodiul

metalic liber pe apă, el se mişcă în toate direcţiile, iar căldura împrăştiindu-se, Hidrogenul nu s'aprinde.

Ca o variantă în experimentare, putem proceda şi în felul următor. Răsturnăm o prubetă cu mercur pe un vas cu mercur. Coloana mercurială umple toată prubeta. Introducem cu o pipetă (fig. 3) apă distilată, fiartă, ca să nu aibă oxigen în soluţie. Introducem repede cu un cleşte o bucăţică de sodiu în prubetă. Sodiul se ridică prin mercur şi apă şi rămâne la suprafaţa apei, pe care o discompune; hidrogenul dezvoltat împinge în jos coloana lichidă.

2. *Descompunerea apei prin curent electric.* Apa distilată nu conduce curentul electric. Soluţiile de acid sulfuric în apă, ori de alţi acizi, de săruri şi de baze conduc curentul electric. Electroliza apei se face în *Voltametre.* Cele mai bune rezultate se obţin când electrolizăm soluţie de acid sulfuric, întrebuinţând în voltametre electrozi de *platină.*

In lipsa lor putem întrebuinţa electrozi de plumb; electrozi de cărbune întrebuinţăm la electroliza acidului clorhidric ori a clorurilor, căci clorul atacă platina. Când electrolizăm soluţii de hidroxid de potasiu, se pot întrebuinţa foarte bine electrolozi de *nichel.* Formele aparatelor sunt foarte variate. In unele *voltametre,* ca a alui *Hofmann* se separă din soluţia de acid sulfuric Oxigen la polul pozitiv şi hidrogen la polul negativ. Volumul hidrogenului este de două ori mai mare decât al Oxigenului. Soluţia de Oxid de potsaiu electrolizată cu electrolizi de Nichel, dă iarăşi 2 vol. de Hidrogen la polul negativ şi un volum de oxigen la polul positiv. Aparatele permit separarea gazurilor; dar sunt şi aparate în cari gazurile sunt prinse la un loc. Metoda este aplicată industrial şi dă hidrogen şi oxigen curate; gazurile sunt prinse şi comprimate în cilindri sub presiune mare. Se dă acestor cilindri şi numele de *bombe.*

Prin acţiunea metalelor am disfăcut apa în elementele din cari se compune: se zice că am făcut *analiza* apei. De asemenea am făcut *analiza* apei prin curent electric. Când însă combinăm hidrogenul cu oxigenul şi obţinem apă, zicem că am făcut *sinteza* apei.

3. **Acţiunea căldurei. Lectură** — Prin încălzire am obţinut oxigen din Clorat de potasiu şi am discompus oxidul roş de mercur. Corpurile rezul-

tate nu se mai unesc între dânsele. Există însă un alt fel de acțiune a căldurei. Încălzind apa la vr'o 500—600° ea se descompune în hidrogen și oxigen, dar nu *total*, ci mai rămâne o parte de apă nedescompusă, sau rezultată din unirea hidrogenului cu oxigenul ; aceste gazuri în adevăr se combină la temperaturi înalte. In vasul în care am încălzit apa, avem un amestec gazos, în care intră vaporii de apă, hidrogen și oxigen. Cu cât încălzim mai tare, cu atât avem mai puțină vapoare de apă și mai mult hidrogen și oxigen. Cu cât răcim cu atât avem în amestic mai mult vapoare de apă și mai puțin hidrogen și oxigen. Pentru a separa hidrogenul și oxigenul de apa din amestec trebue să răcim *brusc*. Cazurile acestea de discompunere *necomplectă*, cu ajutorul căldurei, au fost studiate de *Hentri Sainte-Claire Deville*, care a dat fenomenului numele de *disociație*. Astăzi i se spune *disociație termică*.

Disociația termică a apei o putem arăta prin experiența următoare, care se înțelege ușor din figura 4. In balon fierbem apă ; în vapori este

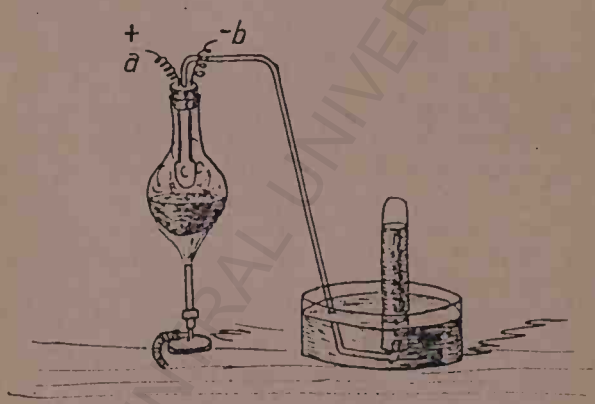


Fig. 1.

pus un fir de platină, pe care-l încălzim prin un curent electric adus prin sârmele *a*, *b* de cupru. Firul *c* de platină este fixat la cele două sârme. In jurul firului incandescent (la alb) are loc *disocirea termică* ; gazurile hidrogen și oxigen, duse de vaporii de apă sunt răcite brusc la 100° și nu se mai pot uni. Le conducem cu un tub abductor și le prindem pe apă într'o prubetă. Dacă le dăm foc se aude pocnitura caracteristică a amestecului de hidrogen și oxigen.

H. S. C. Deville a operat în alt mod. El trecea un curent de bioxid de carbon saturat cu vapori de apă printr'un tub de porțelan smălțuit, în care pusese fragmente de porțelan.

Incălzind puternic tubul, cu ajutorul unui furnal, (fig. 5) în gazul prins, constata prezența hidrogenului și a oxigenului rezultați din disociarea apei; bioxidul de carbon este absorbit cu soluție de hidroxid de sodiu.

H. Sainte-Claire Deville a arătat că prin căldură se pot disocia și alte corpuri: cu aparatul (fig. 5) el disocia bioxidul de carbon. Pentru acidul clorhidric, bioxid de sulf, el întrebuința o metodă numită

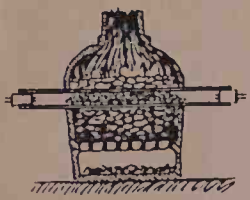


Fig. 5.

Fig. 6.

a tubului *cald-rece*. Un tub de alamă argintată este așezat în axa unui tub de porțelan (fig. 6). Prin tubul interior AB circulă apă; în spațiul inelar dintre cele două tuburi trece gazul supus experienței, de exemplu bioxidul de sulf; gazul intră pe la *a* și iesă pe la *b*. Incălzind puternic tubul de porțelan pus în furnal se obținea o temperatura de 1200°. Disociarea are loc: se formează sulf, care înegrește tubul rece argintat și oxigen, care cu o parte din bioxid, dă trioxid de sulf; această din urmă substanță se depune pe tubul rece; dizolvită în apă, se obține acid sulfuric.

$$SO_2 = S + {}_2O$$

bioxid de sulf — sulf — oxigen

Apoi

$$SO_2 + O = SO_3$$

bioxid de sulf — oxigen — trioxid de sulf.

De oarece scânteile electrice au temperatură înaltă, disociarea bioxidului de sulf se poate face și într'un *eudiometru*, făcând să treacă numeroase scântei în spațiul dintre firele de platină (fig. 7), topite în sticlă. In tub se pune bioxidul de sulf SO_2 (anhidrida sulfuroasă) prinsă pe mercur. După trecerea scânteilor se constată că s'a depus sulf pe tub. Spălând tubul cu apă, constatăm acum că în lichidul obținut există acid sulfuric. Prezența lui o dovedim dăogind câteva picături de soluție de clorură de Bariu; se formează sulfat de Bariu insolubil în apă acidulată cu ceva acid azotic.

Dacă în loc de SO_2 trecea acid clorhidic gazos, constata că Clorul rezultat din disociare atacă tubul de alamă acoperit cu amalgamă de argint, dând Clorură de argint albă și Clorură mercuroasă. Odată cu gazul acid clorhidric ieșea și hidrogen.

Atacul chimic, curentul electric, căldura sunt mijloace cari permit să disfacem un corp *compus* în altele *mai simple*. Când, după toate încercările făcute se constată

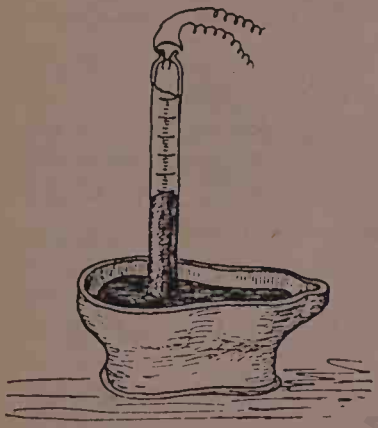


Fig. 7

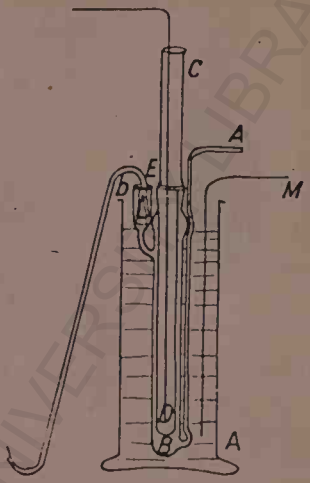


Fig. 8

că un corp n'a putut fi discompus în altele, acest corp îl considerăm ca *element* sau *corp simplu*. Oxigenul, Hidrogenul, sunt corpuri simple.

Oxigenul. *Proprietăți*. — Este un gaz incolor, fără miros, fără gust, puțin solubil în apă. La 0° un litru de apă absoarbe 49 cmc. de Oxigen, care are presiunea de 1 atm. Oxigenul a fost lichefiat de *Caillettet* 1877 și de doi vestiți experiemntatori polonezi din *Cracovia*, anume *Wroblewski* și *Olczewski*, cari au obținut oxigen lichid în cantități mai mari.

Am arătat că el întreține arderile.

Ozona. — Trecând oxigen gazos prin soluție de iodură de potasiu și amidon, constatăm că oxigenul n'are acțiune asupra iodurei de potasiu. Dacă însă trecem prin oxigen descărcări electrice sub formă de scântei sau mai ales fără scântei (descărcările fără scântei se numesc

obscure; li se mai spune *efluvii*), atunci trecând curentul gazos prin iodura de potasiu cu amidon, el discompune iodura de potasiu; iodul pus în libertate colorează amidonul albastru. Reacţia este

$$O + 2KI + H_2O = 2I + 2KOH$$

Oxigen iodură apă iod hidroxid de potasiu.

In acest caz o parte din oxigen a suferit schimbări transformându-se într'un corp numit *Ozonă*. Aparatul imaginat de *Berthelot* pentru producerea ozonei este arătat de fig. 8. Este format din sticlă şi cuprinde trei piese: A este o prubetă cu picior, în care se pune apă acidulată cu acid sulfuric; o altă prubetă B este prevăzută cu tubulurile A, *b* lipite la B.

In E ambele sticle sunt roase, aşa că putem fixa CD în EB fără unsori. Tot aşa se fixază tubul abductor la *b*. In interiorul lui CD se pune apă acidulată cu acid sulfuric. Două fire de platină M şi N permit să facem legături cu polii unei bobine *Ruhmkorff*. Prin spaţiul inelar dintre cele două prubete circulă Oxigenul uscat, care este condus prin A şi ese prin *b*. Punând extremitatea tubului abductor într'un pahar cu soluţie diluată de Iodură de potasiu şi amidon solubil, trecând apoi oxigenul, vedem că nu are loc reacţie. Imediat ce bobina de inducţie funcţionează şi între lichidele bune conducătoare (acid sulfuric diluat) puse în CD şi A se produc discărcările *obscure*, constatăm că lichidul cu iodură de potasiu şi amidon devine albastru.

In loc de acid sulfuric din CD putem pune o sârmă în spirală; de

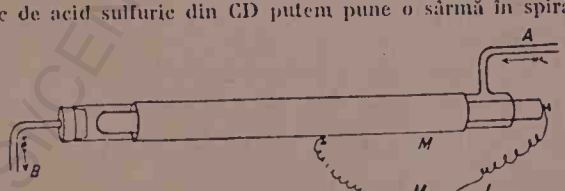


Fig. 9

asemenea punem spiraiă de sârmă în jurul lui EB (Teclu). De asemenea în interiorul lui CD putem lipi de sticlă o foae cilindrică de *Staniol* şi tot cu Staniol prevedem în exterior un tub mai larg. Aparatul capătă o formă mai simplă, prin faptul că tubul interior este lipit de cel exterior (fig. 9), Firele LM le legăm la bobina de in-

ducție. Dacă nu dispunem de un aparat de ozonă (Berthelot, Siemens, Teclu) putem face singuri un asemenea aparat, utilizând Stanioiul. Tubul interior îl fixăm în cel exterior prin dopuri de plută parafinate. Cantitatea de oxigen trecut în ozonă este mai mică, dar suficientă ca să dee reacția cu iodură și amidon. Cantitatea de ozonă formată este cu atât mai mare, cu cât temperatura este mai joasă.

Ozona se formează și prin electroliza apei acidulate la temperatură joasă. La anoda, din platină sau aur, se degajă Oxigen, care conține ozonă. Producerea ozonei prin scântei se arată ușor cu aparatul (fig. 10).

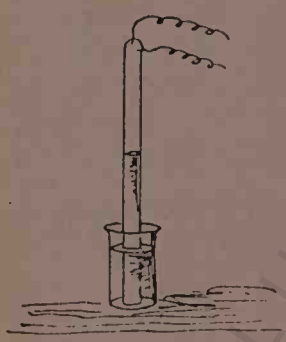


Fig. 10

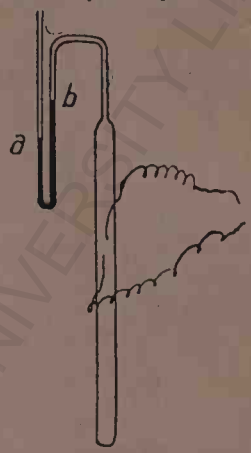


Fig. 11

Tubul cu două fire de platină, numit *Eudiometru* este umplut cu oxigen, pe apă care are iodură de potasiu. Trecând scântei, ozona formată oxidează iodura de potasiu, fixând oxigenul sub formă de KOH, hidroxid de potasiu. O coloană de apă se ridică în *tubul eudiometric*.

Aparatul (fig. 11) arată că o dată cu producerea de ozonă, la trecerea scânteilor prin oxigen, are loc o contracțiune de volum. Prin evacuări repetate cu mașina pneumatică și umplere cu oxigen reușim să introducem oxigen; introducem apă colorată în tubulura îndoită *a*, *b*. Prin trecerea scânteilor, formarea de ozonă are loc și ea se face cu *contracție de volum*; lichidul se urcă în *b* și se lasă în jos în *a*. Încălzind tubul larg, ozona formată trece din nou în oxigen și se obține volumul primitiv.

Ozona este o modificare a oxigenului. Se numește modificare *alotropică a oxigenului* (ἀλλότροπος=altfel constituit).

Ozona este gaz incolor în pături subțiri; în pături groase are coloare albastră ca cerul. Are miros puternic,

caracteristic, aşa cum miroase aerul dupăce am trecut prin el scântei electrice, sau după o ploaie cu multe discărcări electrice. Chibriturile cu fosfor ordinar frecate între degetele umede, dau acelaş miros. Cunoaştem ozona lichidă, de coloare albastră; a putut fi solidificată; Se solidifică la —251,°4; ferbe la —112°,8 sub presiunea atmosferică. Incălzită trece în oxigen. Este oxidant energic; trecută prin acid sulfuros îl transformă în acid sulfuric, cedându-i oxigen

$$SO_3H_2 + O = SO_4H_2$$

Atacă materiile organice. Distruge cauciucul şi bacteriile.

In industrie se prepară ozona pentru *sterilizarea apelor*, *înălbirea pânzelor*, fabricarea oloiurilor *sicative*.

Hidrogenul.

Se prepară din acţiunea acizilor clorhidric, sulfuric asupra zincului granulat, a ferului etc. Pentru a-l prepara ne servim de aparatele *Kipp*, *H. S. C. Deville* etc... descrise în anul precedent; cantităţi mici le putem prepara punând zinc granulat într'un flacon *Woulf* cu două tubu-

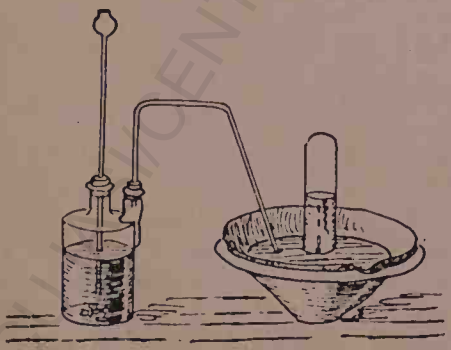


Fig. 12

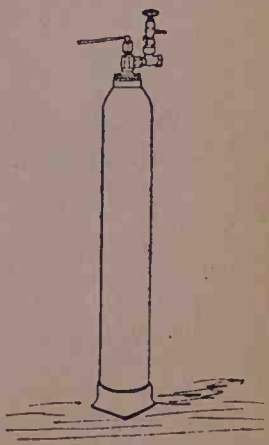


Fig. 13

luri; turnăm acidul prin pâlnie (leica) fixată cu un

dop într'o tubulură şi culegem gazul cu un tub adbuctor prins la cealaltă tubulură (fig. 12). In loc de flacon Woulf putem întrebuinţa un balon cu tubulură laterală.

In industrie se obţin cantităţi mari de Hidrogen prin electroliză. Este comprimat în cilindri la 120 atmosfere şi dat în comerţ. Acelaş lucru cu oxigenul (fig. 13).

Hidrogenul este gaz incolor; curat e fără miros. Este de 14,45 de ori mai uşor decât aerul şi de aceia îl putem turna în sifoane , de jos în sus. Serveşte la umplerea aerostatelor.

Difuziunea hidrogenului. — Un vas de porţelană poroasă, din acelea cari servesc la facerea elementelor galvanice este astupat cu un dop, prin care trec tuburi aşa cum arată (fig. 14). Dacă punem de-asupra

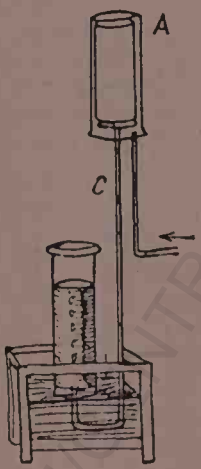


Fig. 14

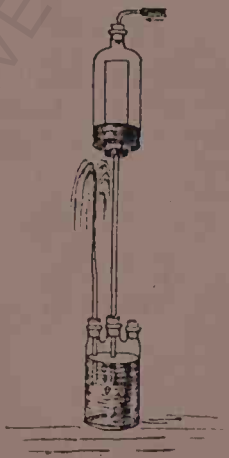


Fig. 14

vasului de porţelană poroasă un clopot plin cu Hidrogen, A, constatăm că apa ţâşneşte din flaconul *Woulf*, formând un joc de apă, iar în prubetă se ridică bule de gaz. Hidrogenul a pătruns prin peretele poros al porţelanei în interior, făcând să crească presiunea. O parte din aer eşă afară prin pori, dar hidrogenul pătrunde mai repede în interior, decât eşă aerul. Dacă luăm clopotul, Hidrogenul pătruns va eşi acum, mai repede decât pătrunde aerul, şi vom vedea o coloană de lichid ridicându-se în tubul vertical. Se poate arăta difusiunea şi prin aparatul (fig. 15)

imaginat de H. S. C. Deville. Tubul interior este de argilă poroasă: cel exterior de sticlă. Prin tubul interior circulă Hidrogen. Prin cel exterior trecem curent de bioxid de carbon. Prinzând acest gaz într'o

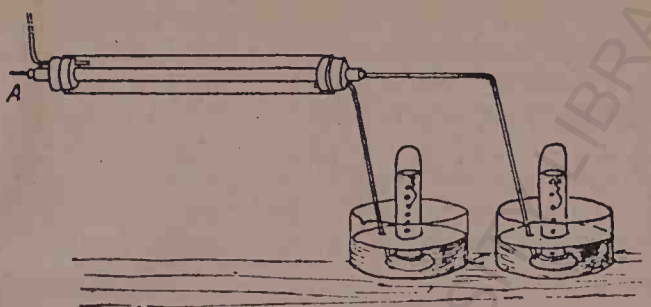


Fig. 15

prubetă cu sol. $NaOH$, constatăm că în prubetă este Hidrogen. Gazul a trecut deci prin pori în spaţiul cu bioxid de Carbon. Dacă tubul interior este de platină ori fer moale (cu grosimea peretului de 3 mm., şi tubul exterior din porţelan, putem încălzi într'un furnal tubul la roş puternic. *H. S. C. Dèville* cu *Troost* treceau prin tubul interior Hidrogen, prin cel exterior azot. Ei au constatat că în azot se găsea Hidrogen, care trecuse deci prin păretele de platină ori de fer, încălzit la roş. Avem *o dovadă strălucită de porositatea materiei.*

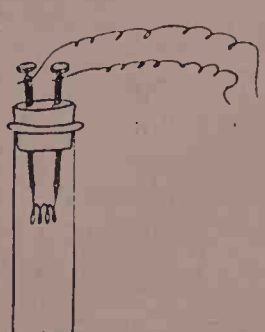


Fig. 16.

Hidrogenul conduce căldura mai bine decât aerul. — In tubul de sticlă larg (fig. 16), ducem două fire groase de cupru, între cari este prins un fir de platină. Trecem un curent electric potrivit aşa ca firul de-abea să înceapă a se înroşi în aer. Intrerupem curentul, fără a schimba nimic la rezistenţe şi introducem Hidrogen pe la partea inferioară deschisă a tubului; când credem că tot aerul a fost alungat, dăm drumul curentului din nou; de astă dată firul nu mai arată început de incandescenţă. Aşteptăm câtva timp: hidrogenul se împrăştie în aer, pe la partea inferioară şi în locul lui vine aer. La un moment dat amesticul de hidrogen şi aer se aprinde cu pocnitură. Firul se înroşeşte din nou în aer. In atmosfera de Hidrogen nu se putea

înroşi, căci o bună parte din căldură era condusă de *hidrogen* şi deci firul avea mai puţină căldură.

Această experienţă mai dovedeşte şi altăceva: că două gazuri se pot amesteca intim, părticele foarte fine de ale lor se străbat. Între părticelele unui gaz există deci locuri goale, prin care străbat părţile foarte mici ale celuilalt gaz. Această împrăştiere şi pătrundere a două gazuri se numeşte *difuziune*. Ea constitue o nouă dovadă a discontinuităţii materiei acum sub formă gazoasă.

Proprietăţile chimice ale hidrogenului se cunosc din cursul din anul precedent. Hidrogenul arde, dar nu întreţine arderea. Amestecul de oxigen şi hidrogen este explozibil.

Hidrogenul se combină cu metalele dînd combinaţii numite *hidruri*. Avem hidrură de potasiu KH; hidrură de Sodiu NaH, de Litiu LiH, de Calciu CaH_2. Hidrura de calciu cu apa dă hidrogen

$$CaH_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 4H$$

Ea este întrebuinţată practic de militari la umplerea Aerostatelor cu Hidrogen. Umplerea se face chiar la locul, de unde baloanele vor trebui să se înalţe. In acelaş scop servesc şi alte producte: Silicol, Hidrogenită, despre cari vom vorbi mai târziu.

Fig. 17

Hidrogenul arzând în atmosferă se combină cu Oxigenul şi dă apă. Putem avea flacăra de Hidrogen în aer. Dar dacă într'un cilindru cu hidrogen *aprins* introducem un tub ascuţit din care ese oxigen, constatăm că acum avem o flacără de *oxigen în hidrogen*. Experienţa se numeşte a flăcărilor *întoarse*, (fig. 17). Amintim că trecând Hidrogen peste oxizi de cupru ori de fer încălziţi puternic, hidrogenul se uneşte cu oxigenul dând apă şi punând metalele cupru şi fer în libertate. Operaţiunea aceasta se numeşte de *reducere*. Hidrogenul este *reducător* ori *reductor*. Şi alte corpuri sunt reducătoare. O spirală de cupru din acelea ce servesc în laborator la analizele organice, este încălzită în flacăra suflaiului şi oxidată puternic în aer. Când

încă este roşie, o lăsăm să cadă într'o prubetă pe fundul căreia s'au turnat câteva picături de alcool metilic. Alcoolul este *oxidat* şi trecut în aldehidă formică, iar oxidul de cupru redus în cupru metalic de coloare roşie-arămie frumoasă.

Hidrogenul arzând dezvoltă multă căldură. Se întrebuinţează mult flacăra de hidrogen ars cu Oxigen, sub numele de flacăra *oxidrică*. In acest scop cele două corpuri gazoase se ard, fiind trecute prin un dispozitiv de tuburi numit robinetul lui *Daniell*, (fig. 18). El constă din două tuburi: unul este pus în axa celuilalt. Prin tubul interior vine oxigenul, prin cel exterior Hidrogenul. Se aprinde Hidrogenul şi apoi se lasă curentul de Oxigen. Temperatura flăcărei este suficientă ca să topească platina (punct de topire 1755°). Temperatura flăcărei nu trece de 2500°. O pilă de oţel pusă în flacără începe a arde aruncând scântei în toate părţile. Argintul şi aurul sunt transformaţi în vapori albaştri, cari condensându-se în aer dau fum gros.

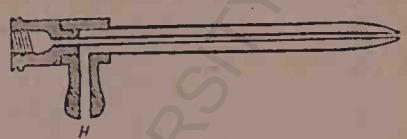


Fig. 18

Puţine corpuri rezistă la temepratura flăcărei oxidrice. Varul nu se topeşte, ci dă o lumină puternică, numită lumina lui *Drummond*. Furnalele în care se topeşte platina sunt făcute tot din var.

Alipind două bucăţi de plumb prin suprafeţe bine curăţite şi apropiind flacăra Hidrogenului dela un robinet *Daniell* (la care întrebuinţăm aer în loc de Oxigen) cele două bucăţi de plumb se *lipesc* (Sudură *autogenă*). Flacăra oxidrică serveşte şi la lipirea autogenă a două bucăţi de platină sau de fer. In loc de Hidrogen se poate întrebuinţa *gazul de luminat* (aerian), sau *acetilenul*. Utilizând gazurile H, gaz aerian ori acetilen şi *aer* sau Oxigen avem flăcări cu temperaturi după voinţă.

Ori de câte ori întrebuinţăm hidrogenul, trebue să *nu uităm* că amesticul de *Hidrogen şi aer* ori *Oxigen* este explosibil şi că uneori ex-

ploziile sunt violente. Experienţa cu pistolul lui *Volta* dovedeşte acest lucru. De asemenea, dacă facem electroliza apei acidulate, ori a apei cu hidroxid de potasiu (în acest caz putem întrebuinţa electrozi de nichel) aşa ca să avem amestic de oxigen şi hidrogen şi dacă conducem acest amestic în o soluţie de săpun, spuma formată are acum amestic explozibil. Îndepărtând din săpun tubul cu care am adus gazurile şi apropriind de spumă o vargă de lemn care arde cu flacără, explozia este foarte puternică.

Explosia de hidrogen şi aer se poate arăta şi în felul următor: Un tub cu o *bulă* de *cel mult* 5 cm diametru, este subţiat la un capăt (fig. 19); pe la capătul *a* se aduce hidrogen şi i se dă foc la *b*.

Fig. 19

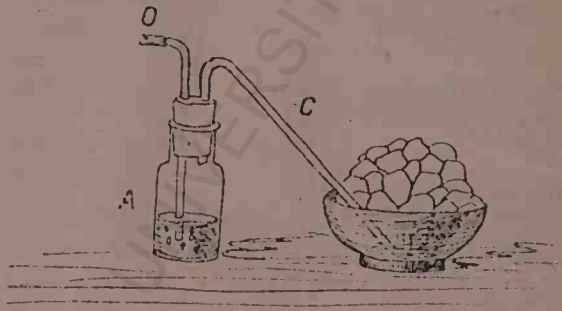


Fig. 20

Se disface apoi cauciucul dela *a*: flacăra dela *b* devine din ce în ce mai mică; în acelaş timp prin *a* pătrunde aer. La un moment dat flacăra cade brusc în interior şi se aude o explozie puternică. Dacă pereţii tubului sunt subţiri, este bine de înconjurat bula cu un şervet.

Cu această ocazie amintim că amesticurile de oxigen, metan, acetilen, ori de oxigen şi eter (ori benzină, sulfură de Carbon etc.) sau chiar pulberi cari au carbon (pulbere de cărbune, de dopuri de plută, licopodium) sînt explosibile; se explică de ce uneori aerul amestecat cu aceste corpuri dă loc la explozii violente. Experimental se arată acest lucru în felul următor.

Un cilindru de alamă (cel mult 200 cm c) şi cu grosimea peretelui 1 cm, se umple cu oxigen; se adaogă 1 cmc. sulfură de carbon; se scutură puternic, până ce sulfura de carbon s'a evaporat. Apropiind o sârmă încălzită la 200° ori o flacără, se produce o explosie asurzitoare. Dacă în cilindru avem acetilen şi oxigen în proporţia de 1 : 3 în volume, şi dacă dăm foc cu o flacără, explozia este şi mai puternică, decât în cazul precedent.

Conducem oxigen ori aer printr'un flacon în care este eter (fig. 20):

curentul îl conducem printr'un tub abductor C într'o capsulă de porţelan care conţine soluţie de săpun. După ce îndepărtăm flaconul A, dăm foc cu o flacără amesticului din spumă. Explozia este uneori ori aşa de violentă, încât capsula se sfarmă.

Explosiile de amesticuri de oxigen şi pulberi de plută, etc., se pot arată în felul următor: într'un cilindru de vr'un litru se pun 10 gr. pulbere de licopodium; se aşează o flacără la gura cilindrului şi se conduce un curent puternic de Oxigen (de preferat, dintr'o bombă cu Oxigen), aşa ca pulberea să se împrăştie; o explozie puternică are loc însoţită de ardere repede şi de lumină extrem de vie.

Aceste experienţe arată cât de primejdioase pot fi amesticurile diferitelor substanţe indicate cu aerul, când vin în atingere cu o flacără, o ţigară aprinsă. Ele explică explosiile de acetilen ,metan în minele de cărbuni, etc., apoi a depozitelor de benzină, de eter, etc., a pulberilor de făină dela mori, fabrici de pulberi, pulberi de cărbune din minele de cărbune şi câte precauţiuni se recomandă spre a le evita, cu atât mai mult, că aprinderea poate avea loc şi fără flacără.

Aprinderea Hidrogenului prin platină fin divizată. Cataliză. — Apropiem de un tub subţiat, din care eşă hidrogen, asbest platinat ori paladiat. *Hidrogenul se aprinde.* Intr'o prubetă, prindem pe mercur, amestecul detonant de 2 volume de hidrogen şi unul de oxigen. Introducem în prubetă prin mercur o bucăţică de *piatră-ponce platinată.* De data aceasta gazurile se combină fără explozie şi mercurul se ridică cu *încetul* în sus. Avem în aceste experienţe fenomene de *cataliză*; în cazul *pietrei ponce,* combinarea hidrogenului cu oxigenul se face cu o *repegiune de reacţie moderată*; în cazul asbestului platinat din contră, repegiunea de reacţie este aşa de mare, încât într'un timp scurt se combină cantităţi mari de hidrogen şi oxigen; căldura corespunzătoare dezvoltată este şi ea mare, aşa încât înroşeşte asbestul platinat, iar Hidrogenul se aprinde. Rolul platinei este de a absorbi gazurile la suprafaţă ei şi, după cantitatea de platină, variază şi suprafaţa platinei fin divizate; aici la suprafaţă are loc combinarea gazurilor. Dacă corpurile sunt fin divizate, suprafaţa este mare şi, deci

cantitatea de corpuri combinate în timp de o secundă este mare.

Un calcul uşor, arată că suprafaţa unei cantităţi de materie, cuprinsă într'un cmc, de exemplu, este cu atât mai mare, cu cât materia este alcătuiră din părticele mai mici. Când materia ocupă 1 cmc, suprafaţa ei laterală este 6 cmp. Dacă materia aceasta este divizată în părţi de 1 mmc, avem 1000 mmc, cu suprafaţa laterală

$$1000 \times 6 \times 0.01 = 60 \text{ cm p.}$$

Dacă divizăm mmc încă în 1000 părţi, suprafaţa laterală a tuturor particulelor (fiecare acum este de $\frac{1}{1000}$ din mmc) este

$$1000 \times 6 \times 0.0001 \times 1000 = 600 \text{ cm p etc.}$$

Când o reacţie are loc la suprafaţa unui corp, se vede că *repegiunea de reacţie* va fi proporţională cu suprafaţa şi că este foarte mare, *când corpul este foarte fin divizat*. Aşa se explică acţiunea *catalizatorilor* cari lucrează prin *suprafaţa lor*.

Vedem atunci că este de ajuns ca un amestic explozibil să fie în contact cu un *catalizator*, sub forma unui *corp poros* pentru ca el să se aprindă.

Aprinderea Hidrogenului cu *platină spongioasă* a fost utilizată de *Doebereiner* în 1823 la construirea *brichetei*, care-i poartă numele. Un vas de sticlă A este cufundat în acidul sulfuric dintr'un pahar D. In axa vasului A este suspendată cu o sârmă o bucată de Zinc Vasul A este totdeauna plin cu Hidrogen; la partea de sus A este închis, cum sunt închise sifoanele. Este de ajuns să apăsăm asupra unei pârghii pentru ca dintr'un tubuşor *b* să iasă un curent de Hidrogen, care loveşte o bucăţică de platină spongioasă aflătoare într'o cutiuţă C. Hidrogenul se aprinde, (fig. 21).

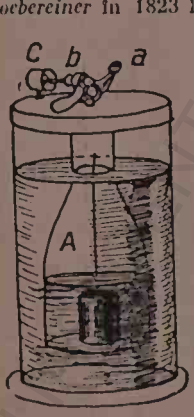


Fig. 21.

Suprafaţa catalizatorului atârnă pentru granule mici şi de numărul acestora. Putem pregăti piatră ponce cu *multă* platină fin divizată, număr mare de granule, dar mai putem avea şi bucăţi cu mai *puţină* platină, adică cu un număr mai mic de granule. Piatra ponce cu concentrare mai mare de platină va da o repegiune de reacţie mare, cea cu concentrare mică în platină va da repegiune de reacţie mai mică. Acelaş lucru cu asbestul platinat. După voea noastră putem

face piatra ponce platinată cu acțiune catalitică mai mare (să aprindă brusc amesticul explozibil), sau acțiune catalitică mai mică (combinarea celor două gazuri, hidrogen și oxigen, se face lent; noi vedem cum mercurul se urcă cu încetul în prubetă). Amintim că pentru evitarea de explozii în depozitele de benzină, în minele de cărbuni etc. întrebuințăm lampa de siguranță a lui *Davy*, bazată pe proprietățile pânzelor metalice.

Până acum am urmărit fenomenele, mai mult din punct de vedere *calitativ*: am cercetat reacțiile chimice observând cari corpuri intră în reacție și ce corpuri rezultă. Nu ne-am întrebat *câtă* cantitate de corpuri intră în reacție și care este *cantitatea* de corpuri rezultate. Vorbind de *Lavoisier*, am accentuat, că el s'a preocupat și de cantitatea fiecărui corp, care ia parte la reacție. Prin urmare reacțiile chimice pot fi cercetate și din punct de vedere *cantitativ* și chimia a putut progresa numai când s'au introdus cercetările cantitative ale reacțiilor. Ca exemplu de cercetări cantitative vom arăta acelea cu privire la combinarea de *Hidrogen* și *Oxigen*.

Combinarea cantitativă a Hidrogenului și Oxigenului

Apa. — Fiind vorba de gazuri, cantitatea lor o putem afla exact: *a*) măsurând volumul gazurilor.

b) „ greutatea lor.

Combinarea în volume a hidrogenului cu oxigenul. — Din electroliza apei rezultă două volume de hidrogen și unul de oxigen. Prin electroliză noi facem *analiza apei* în volume. Se pune și problema inversă: care este raportul dintre volumul de hidrogen și cel de oxigen, pe cari le combinăm, ca să obținem apă? Știm că atunci când combinăm hidrogenul cu oxigenul facem *sinteza* apei. Sinteza apei a fost urmărită cantitativ prin *a*) măsurarea volumelor și *b*) prin determinarea greutăților.

a) Sinteza apei în volume se face cu *eudiometrul*. El constă dintr'un tub cilindric gradat, prevăzut cu 2 fire

de platină. Se umple endiometrul cu mercur şi introducem apoi în el 10 cmc. de Hidrogen şi 10 cmc. de oxigen, (fig. 7). Trecând o scântee, constatăm că au mai rămas 5 cmc. de gaz. Mai constatăm că gazul rămas constă numai din oxigen.

Prin urmare în *sinteza* apei se combină două volume de hidrogen cu unul de oxigen. La temperatura ordinară a rezultat numai apă lichidă, a cărei volum este neglijabil.

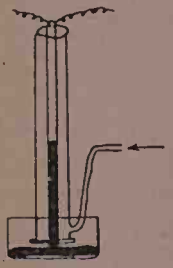


Fig. 23.

Daccă voim să măsurăm şi volumul *vaporilor de apă*. utilizăm un eudiometru de forma arătată în figura 23, Eudiometrul cu firele de platină este înconjurat cu un tub cilindric de sticlă, prin care circulă vapori de apă, aşa că temperatura în eudiometru este de 100°.

De data aceasta constatăm că vapoarea de apă ocupă 10 cmc. In definitiv din 10 cmc. hidrogen şi 50 cmc. oxigen obţinem 10 cmc. vapori de apă, sau în general : din 2 volume de hidrogen şi un volum de oxigen se obţin 2 volume de vapori de apă. Mai practic se arată pentru aceste experienţe eudiometrul *Hofmann* (fig. 24). In eudiometru se pune apă acidulată,

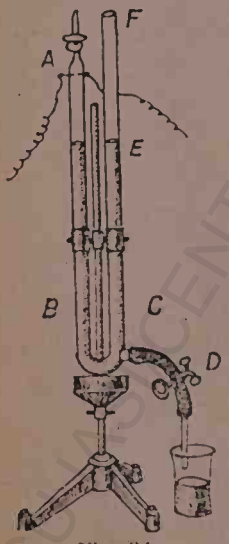


Fig. 24.

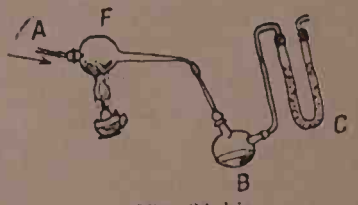


Fig. 24 bis.

aşa că se umple tot tubul AB. După închiderea robinetului se electrolizează apa cu electrozi de platină fixaţi în ra-

mura AB. Gazurile (2 volume de Hidrogen și unul de oxigen) se găsesc acum în ramura A ; prin robinetul D scurgem lichid din cealaltă ramură potrivind așa ca să rămână o coloană de lichid până la E. Se astupă F cu un dop de plută. Se dă drumul scânteei. Constatăm că tot gazul din ramura A a *dispărut*, fiind transformat în apă lichidă. Din cauza deosebirei de solubilitate, mai rămân în A câteva bule de gaz, al căror volum este neglijabil.

Există și modele unde ramura AB este înconjurată de un tub, prin care circulă vapori de apă, pentru a putea măsura volumul vapoarei de apă rezultată la 100°.

b) *Sinteza apei în greutate* a fost făcută de *Dumas* și *Stas* (1841). Hidrogen uscat și purificat este trecut prin balonul F (fig. 24 bis), în care se găsește oxid de Cupru. Tubul balonului F dă într'un al doilea balon B, legat cu un tub C în formă de U plin cu piatră ponce îmbibată cu acid sulfuric conc. care reține apa (sau clorură de calciu topită). Înainte de experiență balonul F, împreună cu oxidul de cupru era cântărit ; de asemenea erau cântărite B și tubul C. Cu o lampă se încălzește F pe când prin aparat trece curentul de Hidrogen ; acesta reduce oxidul de cupru în cupru metalic ; apa formată se condensează în B și parte este absorbită în C. După încetarea experienței cântărim din nou F ; acum cântărește mai puțin. Scăderea de greutate *a* reprezintă cantitatea de oxigen combinată. Cântărind B cu tubul C avem cantitatea de apă A ; diferența A—*a* este hidrogenul. *Dumas* și *Stas* au găsit că în 100 gr. de apă sunt 11,136 gr. hidrogen și 88,864 gr. oxigen. Raportul între greutatea Oxigenului la acea a hidrogenului este $\frac{88{,}864}{11{,}136} = 7.98$.

Apa oxigenată. — Se suspendă în apă răcită cu ghiața bioxid de Bariu pulberulent. Se adaogă apoi acid sulfuric diluat, agitând necontenit. După depunerea cor-

purilor solide se poate separa lichidul clar prin *decantare* (vărsare în alt vas a lichidului clar). Lichidul obținut prezintă următoarele proprietăți :

a) Adăogând pulbere de bioxid de mangan la o porțiune de *lichid* pus într'o prubetă, se constată o degajare puternică de oxigen ; în acelaș timp se constată că bioxidul de Mangan nu ia parte la reacție. In *lichid* avem deci un corp, care sub acțiunea *catalitică* a bioxidului de mangan degajă oxigen.

In loc de bioxid de mangan se poate întrebuința pulbere de mangal, platină spongioasă, negru de platină ; soluția coloidală de platină, obținută când facem arc voltaic, *sub apă*, între două fire de platină, discompune de asemenea substanța din lichid. Această substanță se numește *apă oxigenată*.

Dacă soluția este răcită cu sare și ghiață, se depune din ea prin solidificare ghiață, iar lichidul este acum mai concentrat în apa oxigenată. Concentrarea se poate determina în modul următor : într'un tub barometric gradat umplut cu mercur și apoi răsturnat pe o cuvă cu mercur, introducem un volum de soluție de apă oxigenată, de exemplu 1 cmc. Introducem apoi bioxid de mangan pulberulent. Tubul fiind gradat se măsoară volumul de oxigen degajat.

Când dintr'un cmc. de soluție obținem 10 cmc. de oxigen se zice că avem apă oxigenată de 10 volume ; în comerț găsim soluții cari dau un volum de oxigen de 30 de ori mai mare, decât volumul soluției. Soluția care dă 100 cmc. de oxigen dintr'un cmc. de soluție se zice că are concentrarea 100 de volume și se păstrează în flacoane, pe pereții cărora s'a depus o pătură de parafină. Soluția aceasta se numește *perhydrol*. Dacă am ținea-o în flacoane fără parafină, ea s'ar discompune cu timpul, căci pereții de sticlă exercită și ei acțiune *catalitică*. Soluția de perhidrol diluată într'un volum de apă de 10 ori mai mare se vinde în farmacie și servește la facerea apei pentru dezinfectat gura.

Soluțiile concentrate de apă oxigenată pot fi concentrate mai departe în vid încălzindu-le la 60° și absorbind vaporii cu acid sulfuric concentrat. S'a putut obține astfel apa *oxigenată curată*, sub forma unui lichid sirupos, incolor, fără miros și cu un gust displăcut. Se solidifică la — 0,9°.

Punând în tubul baromtric această substanță și descompunând-o cu bioxid de mangan se obține din ea apă și oxigen și anume din 34 gr. apă oxigenată se obțin 18 gr. apă și 16 grame oxigen. In 18 gr. apă avem însă 2 gr. hidrogen și 16 gr. oxigen. Se vede dar că din combinarea hidrogenului cu oxigenul putem obținea două corpuri :

Apa, formată din 2 gr. hidrogen şi 16 gr. oxigen şi *apa oxigenată* în care avem 2 gr. hidrogen şi 32 gr. oxigen. Se vede că în prima combinaţie 2 gr. de hidrogen se combină cu 16 de oxigen, iar în a doua cu $2 \times 16 = 32$ gr. de oxigen.

Intre ecelelalte proprietăţi ale apei oxigenate mai citãm :

b) *Acţiuni de oxidare.* — Punând apă oxigenată peste sulfură de plumb neagră, PbS, se formează Sulfat de Plumb alb SO_4Pb.

Turnând apă oxigenată peste oxid de Plumb proaspăt precipitat $Pb(OH)_2$ ($PbO.H_2O$), ea îl transformă în peroxid de plumb cafeniu PbO_2.

Punând apă oxigenată peste soluţie de iodură de potasiu care are ceva acid sulfuric şi amidon, se obţine coloarea albastră a iodului cu amidonul; reacţia constă în oxidarea iodurei

$$2KI + H_2O + O = 2I + 2KOH$$

cu formare de iod şi hidroxid de potasiu.

c) Dacă precipităm într'o prubetă oxidul de argint Ag_2O (din soluţia NO_3Ag zu câteva picături de sol. KOH) şi dacă adăogăm soluţie de apă oxigenată, constatăm că se d'scompune şi oxidul şi apa oxigenată; rezultă *metal*, apă şi oxigen.

Putem scri :

Din oxid de argint + apă oxigenată se obţine apă, metal şi oxigen; apa oxigenată *ia oxigenul din oxid*; acţiunea ei este acum *reducătoare.*

Tot aşa punând apă oxigenată peste oxid de mercur de curând precipitat, are loc reducere : se depune metal, iar oxigenul din oxid cu acel pe care-l pune în libertate apa oxigenată se degajă sub formă de oxigen.

Anunţăm încă o reacţie : peste soluţie de permanganat de potasiu cu acid sulfuric dacă punem apă oxigenată, lichidul este decolorat şi se dezvoltă oxigen. Reacţia este ceva mai complicată.

Pentru motive pe cari le vom arăta mai târziu, formula apei oxigenate este H_2O_2.

Apa oxigenată are numeroase întrebuinţări. Cu soluţie de apă oxigenată se *restaurează* picturile vechi, a căror coloare albă de cerusă a fost înegrită de hidrogenul sulfurat. Prin spălare cu apă oxigenată sulfura de plumb neagră, trece în sulfat de plumb alb.

Cu apă oxigenată se spală mătasa, penele de struţ; se înălbeşte inul, bureţii de spălat, lâna, fildeşul, paele; cu dânsa se spală pălăriile de pae. In medicină este întrebuinţată ca antiseptic; se recomandă soluţii diluate ca apă de gură. Spălând părul cu apă oxigenată, el îşi schimbă coloarea: cel blond devine alb, cel brun devine roşietic sau blond.

Exerciţii: Să se determine raportul greutăţilor de Oxigen şi Hidrogen, cari se combină pentru a da apă, ştiind că se combină 2 vol. de hidrogen, cu unul de oxigen.

2. Că un litru de Hidrogen cântăreşte la 0° şi 760 mm presiune 0,0899 gr., iar un litru de Oxigen 1,4296 gr. $\frac{1,4296}{2 \times 0.0899} = 7,943$.

După *Lavoisier*, care a arătat cel di'ntâi importanţa cercetărilor *cantitative* la combinaţiile chimice, un mare număr de experimentatori au întreprins experienţe *cântărind* corpurile cari iau parte la reacţiune, sau determinând când avem corpuri gazoase şi volumele acestora. S'au fixat astfel două serii de rezultate; unele cu privire la combinarea corpurilor în greutate, altele la combinarea corpurilor gazoase în volume. S'a fixat şi compoziţia aerului atmosferic. Vom expune pe rând aceste rezultate.

Aerul atmosferic.

Aerul atmosferic în pătură foarte groasă este albastru, în pături subţiri incolor. Punând un pahar cu aer, cu gura'n jos în apă, constatăm, că apa *nu umple paharul*, din cauza aerului închis în pahar. Aerul, ca oricare materie, este deci un corp care se bucură de proprietatea generală a materiei, *nepenetrabilitatea*. Pentru ca

apa să umple complect paharul ar trebui să alunge aerul. Arătăm aceasta punând în apă o pâlnie (leică) cu gura'n jos. Un tub de cauciuc strâns în *a* cu un cleşte conduce la un tub de sticlă subţiat *b*, aşezat în faţa unei flăcări mici. Se cufundă leica şi se constată că la fundul ei este aer. Deschizând cleştele *a*, aerul este alungat şi stinge flacăra (fig. 25). De aceia când vrem să avem curent

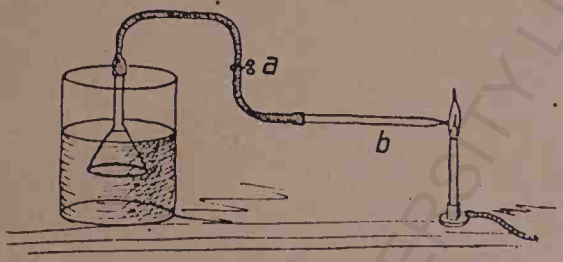


Fig. 25

de aer, lăsăm să pătrundă apa într'un vas de sticlă sau metal, (bidon,...) prin o ţeavă A care pătrunde până la fund (fig. 26). Apa intrând prin ţeavă A, alungă

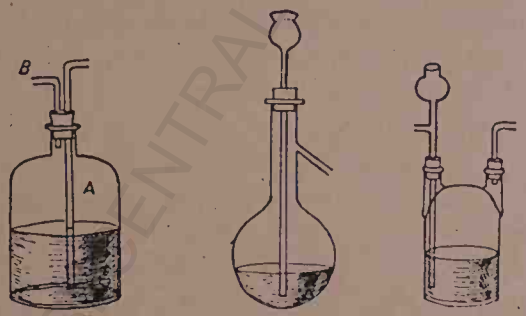


Fig. 26

aerul care ese prin B. Putem lega A cu conducta de apă prin un tub de cauciuc. In locul lui A putem pune o pâlnie (leică) şi turnăm apa prin ea. Alteori vasul este complectat cu un rezevoriu, robinete şi o tubulură laterală *a*. Avem atunci un *gazometru*. Prin *a* putem intro-

duce diferite substanţe gazoase în *gazometru* (fig. 27). Rezervorul de sus este plin cu apă. Deschizând robinetul 1 apa curge în gazometru; robinetul 2 permite să culegem

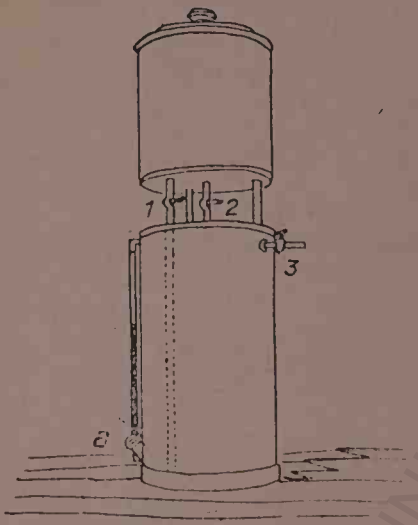


Fig. 27

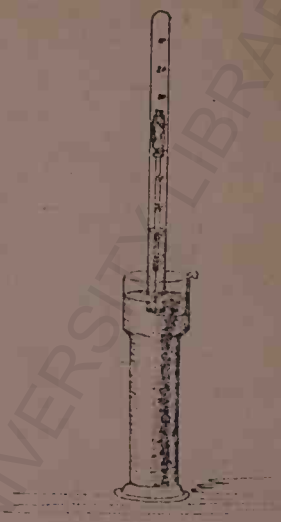


Fig. 28

gazul în prubete puse în rezervorul de sus; robinetul 3 conduce gazul afară; cu un tub de cauciuc şi un tub abductor putem prinde gazul pe apă, mercur etc.

Până pe la 1640 se credea că aerul *n'are* greutate. Credinţa fusese moştenită de la *Aristoteles*, care făcuse următoarea experienţă: din o beşică de bou se alungă cu mâna aerul afară; beşica este cântărită; se umflă apoi cu gura beşica se leagă la gură şi se cântăreşte din nou *în aer*. Se constată că greutatea *nu s'a schimbat*. *Aristoteles*, care nu cunoştea principiul lui Archimede aplicat la aer, a conchis că aerul n'are greutate.

Compoziţia aerului. — In ce priveşte compoziţia aerului, am amintit că *John Mayow* pe la 1669 a făcut ipoteza că în aer trebue să existe un corp, care întreţine arderile, *spiritus ignoaëreus*. Compoziţia chimică a aerului fu arătată de *Lavoisier*: corpurile principale cari se găsesc în aer sunt *oxigenul* şi *azotul*.

In afară de acestea mai sunt: vapori de apă în cantitate variabilă, bioxid de carbon, cam 3 părți la 10000 părți aer în volume, apoi o serie de alte corpuri, Heliu, Neon, Argon, Krypton, Xenon; se mai găsesc întâmplător și alte corpuri: urme de ozonă, amoniac, azotat și azotit de amoniu, după furtuni, cu descărcări electrice. In afară de acestea în aer sunt numeroase corpuri în suspensiune, vizibile când soarele pătrunde prin fereastră într'o cameră. Suspensiunile acestea sunt formate nu numai din pulberi minerale ori organice ci conțin și diferite microorganisme (cari depunându-se din aer pe diferite corpuri, se pot dezvolta în condiții favorabile; așa se produce cu ajutorul unora din ele fermentarea mustului, cu a altora oțățirea vinului etc.) mucegaiuri, bacterii patogene.

Pentru a arăta compoziția aerului ne servim de următoarele experiențe:

Ardem fosfor în volum limitat de aer; putem arde pilitură de fer, magneziu, o lumânare. Experențele au fost descrise în anul precedent. Toate aceste corpuri arzând fixează oxigenul și lasă liber numai azotul. Tot așa putem arde hidrogen în volum limitat de aer.

Incălzind mercurul mai multă vreme la 350° în volum limitat de aer se fixează oxigenul și rămâne liber azotul (Lavoisier). Izolând oxidul roșu de mercur, format și încălzindu-l, obținem pe lângă mercur și oxigenul din aer fixat în formarea oxidului. Experiența aceasta simplă a pus o problemă foarte interesantă, acea a extracției *oxigenului din aer.*

Experențele amintite sunt de natură *calitativă.* Putem determina însă și cât oxigen este în aerul atmosferic. In acest caz facem analiza *cantitativă* a aerului, fie în volume, fie în greutate.

Analiza aerului în volume.

a) Cel mai simplu mijloc este de a lua o prubetă gradată în cmc. O punem pe mercur, așa ca să închidem în ea 100 cmc. de aer. Cu ajutorul unei sârme introducem apoi, prin mercur în prubeta gradată o bucățică de fosfor și lăsăm să stea mai multe ore, fosforul sub prubetă. Are loc *oxidarea lentă* a fosforului; (fig. 28). Mercurul se ridică în prubetă, după retragerea fosforului. Constatăm că aerul rămas, compus din azot, ocupă

79 cmc.; deci oxigenul ocupă 21% în volume din aer. Mai repede se face determinarea la încălzire.

2. Prin *eudiometru.* In eudiometru introducem 100 cmc. de aer uscat şi apoi 100 cmc. de hidrogen curat. După ce trece scânteia electrică, constatăm că volumul gazurilor rămase este de 137 cmc. Au dispărut deci 63 cmc., cari au dat naştere la apă lichidă. In acestea ştim că avem 2 vol. de hidrogen şi unul de oxigen; deci $\frac{63}{3}=21$ reprezintă volumul de oxigen conţinut în 100 volume de aer.

Exercitiu. In cei 137 cmc. de gaz rămas avem 79 cmc. azot şi 58 cmc. de hidrogen. Introducem 29 cmc. de Oxigen şi lăsăm să treacă scânteia. Tot hidrogenul (58 cmc) şi oxigenul introdus (29 cmc) dau apă. Acum trebuie să mai rămână cei 79 cmc. de azot. Experienţa confirmă acest calcul.

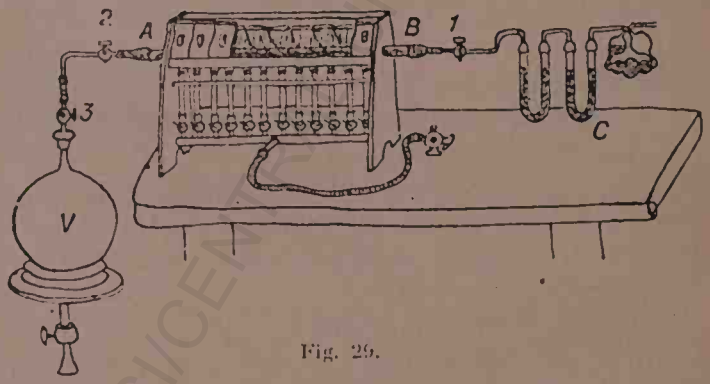


Fig. 29.

Determinări exacte au fixat compoziţia aerului în volume în modul următor:

20,81% oxigen
79,19% azot, (cu argon etc...).

Analiza aerului în greutate. — A fost făcută de către *Dumas* şi *Boussingault.* Aparatul este arătat în figura alăturată (fig. 29); C sunt tuburi în U cari conţin sub-

stanțe pentru absorbirea vaporilor de apă și a bioxidului de carbon din atmosferă. In tubul AB se pune *strujitură de cupru*. Volumul balonului este bine cunoscut prin cântărire cu apă. Cauciucuri și dopuri servesc să facă legăturile; 1, 2, 3, sunt robinete. Tubul AB poate fi încălzit pe o *sobă de combustiune*, adică o sobă cu o serie de becuri Bunsen ori Teclu. Inainte de încălzire se face *vid* în balonul V și în AB. După complectarea instalării se încălzește puternic AB și prin robinetul 1 se lasă să pătrundă un curent slab de aer, care trecând prin tuburile în U este purificat de vapori de apă, de bioxid de carbon. Aerul, care pătrunde în AB la temperatură înaltă, oxidează cuprul; tot oxigenul din aer este absorbit; prin jocul robinetelor 2, 3 restul compus din azot (apoi argon..) trece în V. Se repetă operațiile de mai multe ori. La urmă se lasă să se răcească aparatul cu robinetele închise. Se cântăresc V și AB așa cum sunt cu azot; se face vid; se cântăresc din nou. Diferența arată cantitatea de azot. Dar acum tubul AB cântărește mai mult decât se constatase la cântărirea de la început. In adevăr, acum în AB avem și oxigenul din aer fixat de cupru. Cu modul acesta s'a constatat că în 100 gr. de aer avem

23,01 gr. Oxigen.
76,99 gr. Azot.

Exercițiu: Să se calculeze compoziția aerului în greutate, din cunoașterea compoziției în volume, știind că:

1 litru de oxigen la 0° și 760 mm. cântărește 1,429
1 „ „ azot „ „ „ „ 1,257

Greutatea dată aici este pentru *azotul atmosferic* (care are încă argon, helium etc.); un litru azot *curat* cântărește numai 1,252 gr.

Experiența de curs. — Se poate arăta printr'o experiență de curs compoziția în greutate a aerului cu aparatul (fig. 30). CD este un tub de sticlă greu fuzibilă, în care s'a pus strujitură de cupru. Sub tub este o lampă cu 3 ori 4 becuri; A și B robinete; *a*, *b* legături de cauciuc; E este un flacon Woulf cu două tubuluri de vr'un litru; flaconul F de vr'o $^3/_4$ litru este plin cu apă; lateral este un cilindru gradat.

Dacă robinetul A este închis, putem deschide B; curg la început numai câteva picături de apă în H; le vărsăm.

Disfacem legătura la C.

Punem în rezervorul L o jumătate litru de apă. Se încălzeşte puternic tubul CD, lăsând robinetul A închis; aerul în CD se dilată; facem

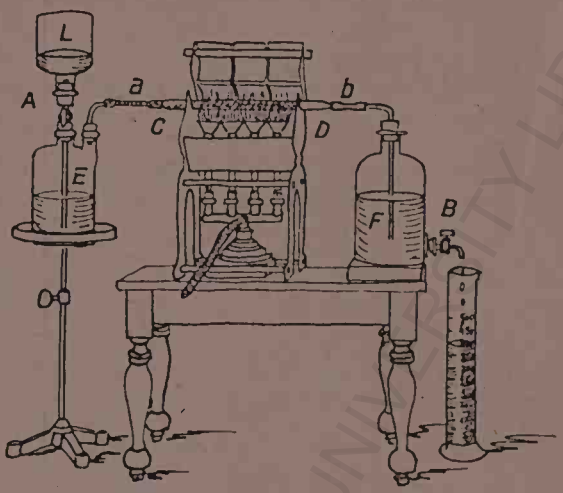


Fig. 30.

legătura la *b* şi deschidem B; curge ceva apă în H, apoi la un moment dat curgerea încetează. Aruncăm apa din H. Atunci deschidem A şi lăsăm să curgă din L în E ½ litru de apă, *cu încetul*; această apă dez-

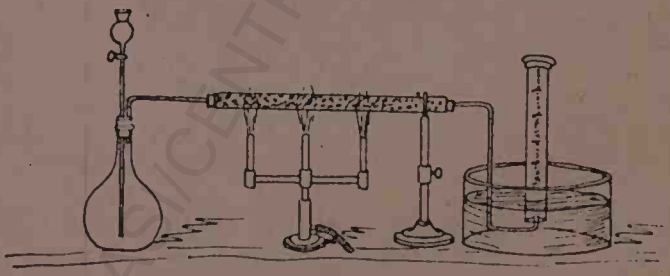


Fig. 31.

locueşte ½ litru de aer, care trece prin CD peste cuprul încălzit, căruia îi cedează Oxigenul. Azotul trece prin *b* în F şi un volum de apă egal cu al azotului este prins în cilindrul graduat. Când apa din L (½ litru) a trecut toată în E, închidem A. Constatăm că în acesta avem 395 cmc; deci în

500 cmc. aer avem 395 cmc. azot şi 105 cmc. oxigen. Raportul volumelor este

$$\frac{105}{395} = \frac{21}{79}.$$

Vasul E cu instalaţia joacă rol de *gazometru*, flaconul F de *aspirator*.

Dacă disfacem legătura la *a* şi din B apa curge încetul cu încetul în H, reuşim în cele din urmă să avem un flacon F cu *azot atmosferic*.

Dispozitivul (fig. 31) este mai simplu. Vărsăm ½ litru sau 1 litru apă prin pâlnie în balon, după ce prin încălzire s'a stabilit echilibrul şi de la capătul tubului abductor nu mai ese aer. In cilindrul gradat prindem azotul.

S'a constatat că compoziţia atmosferei în ce priveşte Oxigenul şi Azotul nu variază cu timpul. In păturile de aer explorate de om, este aceiaşi atât la suprafaţa pământului, cât şi în regiuni mai înalte.

Aer lichid — Cunoştinţele noastre asupra compoziţiei aerului au fost mult lărgite, când *Linde* şi *Hampson* au reuşit să lichefieze aerul. In acelaş timp o technică nouă a fost introdusă în industrie şi laboratoare.

Joule şi Thomson arătaseră că dacă aerul trece de la volum mic (presiune mare) la volum mai mare (presiune mică) el se răceşte. In acest scop ei lăsau să treacă aer printr'un tub în care este pus un tampon *a* de vată şi două termometre *b*, *c*. Pentru ca aerul să poată trece de la A la B fig. 31 bis trebue ca în partea A presiunea să fie ceva mai mare decât în B. Când aerul trece, termometrul *c* arată scoborâre de temperatură. Scoborârea de temperatură este mare când se trece de la volum *mic* la un volum, de exemplu, de 200 de ori mai mare; această creştere bruscă de volum se numeşte *detentă* (*destindere*). Dilatând aer de 200 atm. la aer de 1 atmosferă, avem scădere de temperatură de circa 50°, câte $\frac{1}{4}$ de grad de fiecare atmosferă.

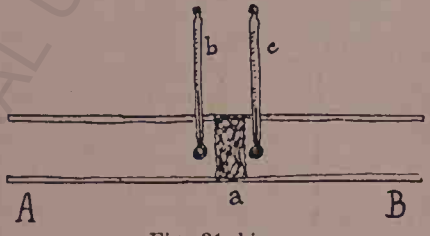


Fig. 31 bis.

Partea din maşina *Linde* unde are loc detenta este compusă din două tuburi cilindrice (fig. 32). Prin tubul central A vine aer comprimat, la 200 atm; acest aer a fost trecut prin un dispozitiv de răcire EE prin ghiaţă şi clorură de calciu; aerul răcit este astfel eliberat de vapori de apă. Robinetul 1 fiind deschis, aerul se dilată în vasul de jos ajungând la 16 atm. Temperatura acestui aer este scăzută cu vr'o 40°. Aerul astfel răcit se urcă prin tubul alteral şi vine în spaţiul inelar D D, mergând în direcţie contrară aerului din A, pe care îl *răceşte*; la ventilul 1 se

dilată un aer răcit mai tare şi astfel *contracurentul* din D răceşte pe cel din A aşa de tare, că aerul se lichefiază şi se strânge în vasul de jos de unde poate fi scos prin întorcerea robinetului 2. O pompă care nu se vede pe figură, comprimă aerul atmosferic la 16 atm. şi acesta unit cu aerul de 16 atm. care vine de la DD, prin ţeava LM este trimes la pompa de compresiune H, care îl comprimă din nou la 200 atm. Aerul lichid care ese prin robinetul 2 este prins în flacoane cu dubli pereţi numite flacoane *Dewar* (fig. 33). Din spaţiul dintre pereţi aerul a fost evacuat cu maşini de făcut vid.

Aerul lichid este mobil, arătând coloare albăstrie; de multe ori este

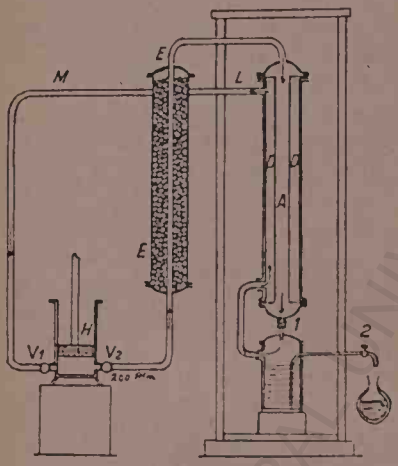


Fig. 32.

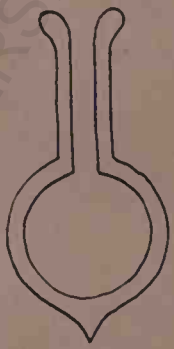


Fig. 33.

tulbure, din cauza apei ce conţine. Prin filtrare bucăţelile de ghiaţă se separă, rămânând pe filtrul de hârtie. Fierbe pe la —190°. Multe corpuri puse în aer lichid îşi schimbă coloarea; alcoolul se solidifică: cauciucul elastic devine (sfărmicios) casant ca sticla. Metalele devin mai dure şi conduc mai bine căldura şi electricitatea. De oarece azotul fierbe la o temperatură (— 191°) mai joasă decât oxigenul (181°), din aerul lichid se evaporează mai mult azot (de oarece este mai volatil); în lichid rămâne mai mult *Oxigen*. Prin evaporare fracţionată rămâne un lichid care are 93% oxigen. Lichidul este de coloare albastră.

Evaporând acest oxigen lichid s'au obţinut temperaturi foarte joase, cari au servit la lichefiarea hidrogenului.

Dacă în cutii de carton se pune vată impregnată cu pulbere de cărbune şi se toarnă peste dânsa oxigen lichid, obţinem un explosibil puternic, care sub numele de *Oxilignit* a servit la săparea tunelului *Simplon*.

Gazuri nobile. — Distilarea fracționată a aerului lichid a condus la separarea azotului de oxigen: cu această ocazie au fost separate și o serie de elemente cari se găsesc în aerul atmosferic și anume *Argonul, Helium, Neon, Krypton, Xenon.* Intr'un metru cub de aer gazurile se găsesc în cantitățile următoare:

Helium 5 cmc, Neon 18 cmc, Argon 9320 cmc, Krypton 2 cmc și Xenon 0.9 cmc.

Aceste gazuri se numesc gazuri nobile, căci nu se combină chimiceşte cu alte elemente.

Descoperirea Argonului s'a făcut pe baza deosebirei dintre azotul izolat din atmosferă și azotul obținut din corpuri organice ori din azotit de amoniu. In adevăr încălzind azotit de amoniu aflat în soluție apoasă, avem reacțiunea

$$NO_2.\ NH_4 = {}_2N + 2H_2O$$

Azotul din urmă este numit azot *chimic* sau *organic.* Un litru de azot atmosferic cântăreşte la 0° și 760 mm. presiune 1,2572 gr. pe când azotul chimic numai 1,2521 gr. Chimiștii englezi *Lord Rayleigh* și W. *Ramsay* explicară această deosebire, prin *ipoteza* că în aer ar exista un corp mai greu decât azotul, care la izolarea oxigenului rămâne amestecat cu azotul și produce deosebirea de densitate. In 1894 ei au reușit să separe argonul de azot, trecând azotul atmosferic peste un amestic de Magneziu și var; azotul este absorbit, iar Argonul rămâne liber. Pentru separare se poate proceda și în modul următor: într'un eudiometru se pune aer și se trec scântei; peste mercurul din eudiometru este pusă o soluție de KOH; sub influența scânteilor azotul se combină cu oxigenul și dă săruri cu KOH; sărurile rămân în soluție. Se mai adaogă oxigen la gazul din eudiometru; se trec din nou scântei. Tot azotul este astfel combinat cu oxigenul și trecut în soluție. Rămâne o porțiune constituită din Argon, care nu se mai combină cu Oxigenul. Incă din 1785 *Cavendish* observase că la trecerea scânteilor rămânea o parte din azotul atmosferic, care nu se mai combina cu oxigenul. El n'a putut explica atunci faptul.

Aerul este amestec și nu combinație. — De oarece aerul are compoziție constantă, s'a pus întrebarea, dacă în aer *azotul și Oxigenul formează combinație,* ori *amestec.* Distilarea fracționată și separarea azotului de oxigen prin acest mijloc arată că avem un amestec, căci gazurile își păstrează proprietățile: azotul este mai volatil decât oxigenul. Dar avem și alte dovezi; în special amintim, că dacă în aer am avea amestec de oxigen și

azot, aceste corpuri ș'ar păstra solubilitățile. Putem ușor calcula cantitatea de aer dizolvită de un litru de apă din aerul atmosferic, pe baza legei lui *Henry*.

1. Știind solubilitățile gazurilor sub presiunea de 1 atm.

2. Știind compoziția aerului în volume, anume: 20,81% oxigen și 79,19% azot atmosferic.

Compoziția aerului în volume arată că oxigenul exercită presiunea 0,208 atm., iar azotul atmosferic 0.792 atm. Solubilitatea oxigenului fiind 49 cm. în litru de apă la 0° și presiunea de 1 atm., urmează conform legii lui *Henry* că din oxigenul din atmosferă ar trebui să se dizolve

$$0{,}208 \times 49 = 10.2 \text{ cmc.}$$

iar din azot $0.792 \times 24 = 19{,}0$ cmc.

dacă ele se găsesc în amestec. In 29,2 cmc. de aer dizolvit în apă avem 10,2 cmc. de oxigen; atunci în 100 cmc. de aer dizolvit în apă, cantitatea de oxigen este 35%; de azot 65%. In realitate s'a găsit că în aerul dizolvit de 1 litru de apă la 0°, cantitatea de oxigen este 36 cmc. din 100 și cea de azot 64% în bun acord cu calculele de mai sus.

Aerul este deci amestic și nu combinație de azot și Oxigen.

Pentru a da o idee cât mai complectă despre metodele experimentale, rămâne să mai arătăm cum se măsoară volumul corpurilor gazoase dizolvite în apă și cum se determină cantitatea de apă și de bioxid de carbon din aer.

Corpuri gazoase dizolvite în apă. — Aparatul întrebuințat este cel din figura 31. Balonul (circa 1 litru) se umple cu apă; se pune dopul și tubul abductor, plin și el cu apă. Tubul adbuctor se deschide sub mercur. Se încălzește balonul; o parte din apa dilatată se ridică la suprafața mercurului. Când încep să apară bule gazoase pe fundul balonului, se pune prubeta plină cu mercur peste extremitatea tubului abductor,

Gazul împreună cu o parte din apă se ridică în prubetă. După vr'o 20 de minute apa din prubetă. este aşa de fierbinte, încât nu mai dizolvă cantităţi mari de gaz. In gazul prins avem bioxid de carbon, pe care-l absorbim cu soluţie de hidroxid de potasiu. Mai rămâne

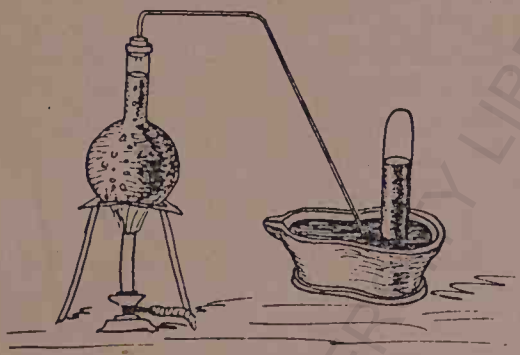


Fig. 34.

Oxigenul şi azotul. Sunt aduse în eudiometru şi se determină volumul de oxigen, ca la aer. Ceia ce rămâne este azotul.

Determinarea apei şu a bioxidului de Carbon din aer. — Se face într'o singură operaţie. Aspiratorul (fig. 35) este umplut cu apă; volumul lui este cunoscut. Deschizând robinetul de jos, apa curge şi aerul aspirat trece prin o serie de tuburi *cantărite*. Tubul cu bule (numit tub *Liebig*) conţine acid sulfuric concentrat; cele două tuburi următoare în formă de U au piatră ponce îmbibată cu acid sulfuric; toate acestea *reţin* apa din aer; urmează apoi două tuburi în U în cari avem substanţe destinate a absorbi bioxidul de Carben şi anume în B piatră ponce cu soluţie concentrată de hidroxid de sodiu sau potasiu şi în următorul A bucăţi de hidroxid solid, cari absorb şi CO_2 şi vaporii de apă antrenaţi din soluţia de hidroxid din B; alte tuburi (nu-s făcute în figură) au piatră ponce cu acid sulfuric, pentru a împiedica apa dela aspirator să vie în tuburile cu KOH. Când toată apa în aspirator a curs, ştim că prin tuburi a trecut un volum de aer egal cu

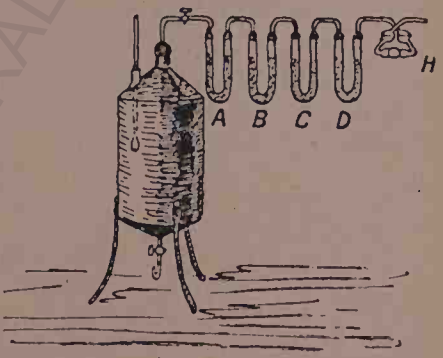


Fig. 35

volumul aspiratorului V; creşterea în greutate a tuburilor C, D şi H dau cantitatea de vapori de apă, cuprinşi în volumul V de aer; tuburile cu hidoxid de potasiu au acum o greutate mai mare, datorită bioxidului de Carbon absorbit. Prin cântărirea lor aflăm şi cantitatea de bioxid de carbon din volumul V de aer.

Legile combinării corpurilor în greutate.

Urmărirea cantitativă a reacţiilor chimice a permis să se stabilească legile generale ale combinării corpurilor. Cu privire la greutăţile corpurilor cari se combină avem trei legi:

1. *Legea lui Lavoisier* sau a *conservării materiei*. Cântărim corpurile cari intră în reacţie şi pe cele rezultate: constatăm că *greutatea corpurilor rezultate este egală cu greutatea corpurilor cari au luat parte la reacţie.*

Aşa 2 gr. hidrogen + 16 grame oxigen = 18 gr. apă.
35,46 gr. clor + 1 gr. Hidrogen = 36,46 gr. ac. clorhidric
12 gr. Carbon + 16 Oxigen dau 28 gr. oxid de carbon
12 gr. carbon + 32 gr. Oxigen dau 44 gr. bioxid de carbon
24,32 gr. magneziu + 16 gr. oxigen dau 40,32 gr. oxid de magneziu.

Cum vedem greutatea unui corp compus este egală cu suma greutăţilor corpurilor componente. In reacţiile chimice prin urmare nu are loc nici perdere de materie şi nici creare. Dacă reacţia chimică are loc într'un vas închis, cum a fost cazul de la pag. 9 fig. 1 cântărind vasul cu Staniu înainte şi după încălzire, greutatea rămâne neschimbată. Putem arăta acest lucru şi în felul următor: în capătul A al unui tub de sticlă punem, de exemplu, oxid de argint; în capătul B punem apă oxigenată. Inchidem sticla la o lampă şi cântărim tubul, înainte de reacţie. Dacă îl răsturnăm reacţia chimică are loc; îl cântărim din nou: constatăm că greutatea nu s'a schimbat fig. 36.

Fig. 36.

2. *Legea proporţiilor definite*, (*Proust*, 1806). Am văzut că putem obţinea apă, combinând 1 gr. de hidrogen

cu 7,98 gr. de oxigen, direct în eudiometru; dar am mai obținut apa combinând hidrogenul cu oxigenul din oxidul de Cupru și anume tot 7.98 gr. oxigen cu 1 gr. de hidrogen. Ori pe ce cale preparăm deci *apa*, raportul între greutatea Oxigenului și a Hidrogenului, cari se combină rămâne acelaș 7.98. Dacă în endiometru am lua mai mult hidrogen (2½ vol. de hidrogen și 1 volum de oxigen) se combină cu volumul de oxigen numai două volume de hidrogen, *excesul* de hidrogen rămâne necombinat. Tot așa dacă am luat mai mult oxigen: plusul de oxigen rămâne necombinat. Faptul acesta se întâlnește la toate combinațiile chimice; fiecare combinație este caracterizată prin un raport constant al greutăților corpurilor cari se combină. Nu s'a întâlnit în natură apă, unde proporția dintre hidrogen și oxigen să fie alta decât 17.98; tot așa nu s'a preparat apă oxigenată cu altă proporție dintre hidrogen și Oxigen, decât $\frac{1}{16}$.

3. *Legea proporțiilor multiple* (*Dalton*, 1807). *John Dalton* (1766—1844) a atras atenția asupra faptului, că din două elemente putem avea mai multe combinații.

Pe vremea lui se cunoșteau bine numai câteva cazuri: 12 gr Carbon cu 4 grame de hidrogen dau *metanul*; raportul este

12 : 4 Metan

Dar se cunoștea *etilenul* unde avem

12 (Carbon) : 2 gr. de Hidrogen

Raportând cantitățile de Hidrogen la aceiași cantitate de Carbon (12 gr), constatăm că avem la cantitățile de hidrogen variația de la 4 la 2 sau $\frac{4}{2} = \frac{2}{1}$.

Astăzi cunoaștem foarte multe exemple de acest fel. Citez două:

In *apă* avem 1 gr. de hidrogen combinat cu 8 de oxigen.

In *apă oxigenată* 1 gr. Hidrogen este combinat cu 16 de Oxigen. Pentru aceiași cantitate de hidrogen (1 gr) avem cantitățile de oxigen 8 și 16, cari variază deci ca 1 : 2

In oxidul de Carbon 12 gr. Carbon cu 16 de Oxigen.

In bioxidul de Carbon 12 gr. Carbon cu 32 gr. Oxigen.

Pentru fiecare combinaţie avem raportul caracteristic arătat de legea a doua

$$\frac{\text{Carbon}}{\text{Oxigen}} = \frac{12}{16} \text{ în oxidul de Carbon}$$

$$\frac{\text{Carbon}}{\text{Oxigen}} = \frac{12}{32} \text{ în bioxidul de Carbon}$$

Dar pentru aceiaşi cantitate de Carbon (12 gr) avem variaţia cantităţilor de oxigen, în raportul numerilor 1 la 2. In cele ce urmează vom cunoaşte mai multe exemple de acest fel.

Explicarea legilor combinatiilor în greutate. Ipoteza atomilor. Teoria atomică.

Pentru a explica cele trei legi a combinării corpurilor în greutate *Dalton* recurse la teoria *discontinuităţii* materiei. El făcu ipoteza că un corp simplu oarecare este alcătuit din părticele foarte mici, pentru a căror numire adoptă cuvântul *atomi*, întrebuinţat de greci (ἄτομοι =părţi care nu se mai pot divide). Părţi mai mici decât atomii nu există în corpuri. In interiorul unui atom materia este distribuită în chip uniform: avem în fiecare punct dintr'un atom aceiaşi densitate; atomul este deci omogen; el n'are în interior locuri libere; atomii sunt veşnici: cantitatea de materie dintr'un atom nu poate creşte, şi nici *descreşte* şi deci *masa* (prin urmare greutatea) unui atom este *invariabilă*. In corpuri atomii se aşază unii în apropierea altora, fiind ţinuţi prin puteri de atracţie mai mari sau mai mici; ei lasă locuri libere între dânşii, aşa că pentru a trece de la un atom la altul, trebue de străbătut un spaţiu unde nu-i materie; în felul acesta se înţelege discontinuitatea materiei.

Atomii aceluiaş corp simplu, de exemplu, ai oxigenului, sunt egali între dânşii; acei ai aurului, egali între dânşii. dar deosebiţi prin greutate de acei ai altui corp simplu, de ai oxigenului de exemplu. Când două corpuri simple se combină, un număr de atomi ai unui corp se pot uni cu un număr de atomi ai altui corp. De exemplu, în oxidul

de cupru avem părticele foarte mci, cari cuprind atît atomi de cupru cât şi atomi de oxigen. Când încălzim oxid de cupru în hidrogen, atomii de oxigen se dispart de Cupru şi se unesc cu hidrogenul pentru a da apă. Un atom poate trece dintr'o combinaţie în alta : în aceste treceri masa lui (deci greutatea lui) *nu variază*; de aceia am zis că atomii sunt veşnici. In corpurile simple atomii formează părţile cele mai mici ; în corpurile compuse cele mai mici părţi sunt, natural, *grupări de atomi*, pe cari le vom numi deocamdată *corpuscule*.

Puterea care ţine atomii în corpuscule se numeşte *afinitate*. Afinitatea variază cu corpurile : ea are o valoare pentru *cupru-oxigen*, şi o altă valoare pentru perechea de corpuri *oxigen-hidrogen*. In interiorul unui corpuscul există locuri lipsite de materie, acestea sunt spaţiurile dintre atomi. In corpurile compuse există spaţiuri libere şi între corpuscule. Inainte de Dalton, un compatriot al său *Robert Boyle*, pentru a explica gazurile, făcuse şi el *ipoteza* că în gazuri avem corpuscule, cari se găsesc în necontenită mişcare. Asupra acestei chestiuni vom reveni.

Ipoteza lui Dalton permite să deducem cele trei legi ale combinării corpurilor în greutate.

1. Considerăm două corpuri simple A şi B; atomii lor au greutăţile *a* şi *b*. Pentru a forma un corpuscul de corp compus presupunem că se combină *m* atomi de-ai lui A, cu *n* atomi de-a lui B. Greutatea lor, înainte de combinare este *ma* şi *nb*; suma greutăţilor, înainte de combinare este $ma+nb$.

De oarece atomii când se combină îşi păstrează greutăţile, suma $ma+nb$ reprezintă şi greutatea corpusculului format din aceşti atomi

$ma+nb$=greutatea corpusculului.

In cuvinte acest rezultat se exprimă astfel : greutatea corpului compus este egală cu suma greutăţilor corpurilor simple, din care el este format. De oarece atomii sunt veşnici, ori câte combinaţii s'ar forma din un număr dat de atomi, greutatea rămâne aceiaşi. Dar aceasta este legea conservării materiei.

Oamenii de ştiinţă au convenit să reprezinte corpurile simple prin literile iniţiale, urmate uneori de o literă din corpul cuvântului. Aşa avem H pentru Hidrogen

O „ Oxigen

Cl „ Clor

Corpusculul format dintr'un atom de clor şi unul de hidrogen se reprezintă prin ClH; corpusculul format din 2 atomi de Hidrogen şi unul de oxigen ar fi reprezentat prin H_2O. Corpusculul fomat din *m* atomi de corp A şi *n* atomi de corp B ar fi A*m*B*n*. Cu această convenţie noi putem reprezenta prin *formule* corpusculele corpurilor; pentru aceasta trebue să cunoaştem numerile *m* şi *n*.

2. Să facem raportul

$$\frac{ma}{nb}$$

al greutăţilor de corp A (*ma*) şi de corp B (*nb*) cari se combină şi dau un corpuscul. Un corpuscul este aşa de mic, că nu-l putem cântări. Noi când cântărim un corp compus, cântărim de fapt un mare număr de corpuscule, N *corpuscule*. In acestea avem N*m* atomi de A şi N*n* atomi de B cu greutăţile

N*ma*=greutatea corpului A=1 gr. Hidrogen.

N*nb*=greutatea corpului B=8 gr. Oxigen.

Raportul $\frac{\text{Greutatea corpului A}}{\text{Greutatea corpului B}} = \frac{N ma}{N nb} = \frac{ma}{nb}$

Pentru apă, care este formată din oxigen şi hidrogen, am găsit raportul

$$\frac{\text{Greutatea Hidrogenului}}{\text{Greutatea Oxigenului}} = \frac{1}{7.98} = \frac{m\text{H}}{n\text{O}}.$$

Aici H reprezintă greutatea unui atom de Hidrogen şi O greutatea unui atom de oxigen.

De oarece pentru un corpuscul de apă *m* şi *n*, au valori caracteristice bine definite, iar H şi O sunt iarăşi

numere constante, se vede că membrul al doilea $\frac{mH}{nO}$ are o valoare numerică bine definită pentru apă. In general deci, pentru două corpuri A şi B avem

$$\frac{\text{Greutatea corpului A}}{\text{Greutatea corpului B}} = \frac{ma}{nb} = \text{număr bine definit, constant.}$$

Ipoteza *atomică* permite deci să deducem şi legea proporţiilor definite a lui *Proust*.

3. Corpurile A şi B pot să se unească şi să dee naştere la mai multe corpuri compuse. De exemplu, avem un corp compus format din 1 atom A, cu unul B; raportul $\frac{a}{b}$ este raportul în care se combină corpurile. Mai putem însă avea combinaţia

1 atom A cu 2 atomi b; raportul în cari se combină acum corpurile A şi B este $\frac{a}{2b}$ Dacă luăm N corpuscule din fiecare, avem pentru corpul întâi.

Na=greutatea corpului A; Nb=greutatea lui B şi pentru corpul al doilea

Na= greutatea lui A, $2Nb$=greutatea lui B. Aceiaşi cantitate de corp A, Na, se combină o dată cu Nb şi altă dată cu $2Nb$ pentru a forma corpurile compuse

AB şi AB_2.

Când greutatea corpului A rămâne neschimbată egală cu Na, vedem că pentru cele două combinaţii, greutatea corpului B, variază *brusc*, este de două ori mai mare. Pentru seria de compuşi

AB AB_2 AB_3

urmând raţionamentul de mai sus, vom avea pentru cantitatea Na a corpului A, următoarele cantităţi ale corpului B

Nb, $2Nb$, $3Nb$

cari variază ca seria numerilor întregi 1, 2, 3. Aceasta este legea *proporţiilor multiple.*

Cele trei legi de combinare în greutate se deduc deci, în chip logic, din *ipoteza atomică.*

In descrierile cari vor urma, vom face uz de ipoteza atomilor şi de cele trei legi de combinare în greutate, cari apar acum ca fiind *demonstrate* cu ajutorul ipotezei atomilor şi nu deduse numai pe cale experiemntală, cum se credea până la *Dalton.*

Ipoteza atomică cu toate deducţiile scoase din ea formează *teoria atomică.* In cele ce urmează vom cunoaşte şi alte *ipoteze* şi *teorii.* Se va întâmpla chiar, ca unele legi stabilite pe cale experiemntală să le putem *demonstra* plecând dela o *ipoteză*; se zice atunci că acele legi (stabilite experiemntal) au fost *deduse şi pe cale teoretică*, sau că li s'a dat şi *demonstraţia teoretică.*

Metodă inductivă şi deductivă. — *Lectură.* — Cu această ocazie insistăm asupra metodelor întrebuinţate de om în cercetarea ştiinţifică: Când *Lavoisier* şi *Proust*, din câteva cântăriri au fixat legile lor şi le-au admis exacte şi pentru alte cazuri (pentru cântăriri de corpuri pe cari ei nu le-au făcut, dar pe cari le-au făcut în urmă alţi experimentatori), ei au trecut *prin generalizare*, de la câteva cazuri particulare la *legi generale.* Metoda această se numeşte metoda *inductivă.* Legea noi o admitem valabilă şi pentru cazuri, pe cari omul încă nu le-a studiat, dar cari vor fi studiate cândva de dânsul.

Când *Dalton* face ipoteza atomilor omogeni, indivizibili şi veşnici el fixează în cadrul ştiinţei o *lege generală*, acea a *discontinuităţii materiei* sau a atomilor. Pe cale de demonstraţie noi ajungem la adevăruri, cari se aplică la cazuri particulare.

Aici drumul este invers: mergem dela general la particular; metoda aceasta este metoda *deductivă* ori *teoretică.*

Greutăţile atomilor. Ponderi atomice.

Fiecare atom are o greutate. Nimeni nu s'a gândit că s'ar putea determina aceste greutăţi, aşa de mici, direct prin cântărire. *Dalton* a imaginat alt mod de exprimare a greutăţilor atomilor, anume să arătăm nu-

meric de câte ori un atom al unui corp este mai greu decât atomul de Hidrogen, cu alte cuvinte să comparăm greutăţile atomilor luând ca unitate greutatea unui atom de Hidrogen. Numerile astfel obţinute se numesc *ponderi atomice*. Condiţiile în cari putem determina aceste ponderi atomice rezultă din relaţia generală ce-am stabilit-o la legea a doua a combinării corpurilor în greutate, legea lui *Proust*. Am găsit în adevăr acolo

$$\frac{\text{Greutatea corpului A}}{\text{Greutatea corpului B}} = \frac{ma}{nb}$$

Putem determina *experimental* raportul de combinare al corpurilor A şi B; pentru oxigen şi Hidrogen ca să formeze apa ele este

$$\frac{\text{Greutatea hidrogenului}}{\text{Greutatea oxigenului}} = \frac{1}{8} = \frac{m\text{H}}{n\text{O}}$$

Am rotunjit cifra 7,98, punând 8 în locul ei. Relaţia de mai sus arată, că dacă am cunoaşte şi raportul $\frac{m}{n}$ atunci am putea avea raportul $\frac{\text{O}}{\text{H}}$ adică am şti de câte ori atomul de oxigen este mai greu decât cel de Hidrogen. Pe vremea lui *Dalton* singura combinaţie cunoscută a Hidrogenului cu Oxigenul era apa. Dalton a admis, fără dovadă că $\frac{m}{n} = 1$; atunci $\frac{\text{O}}{\text{H}} = 8$ adică pondul atomic al Oxigenului ar fi 8. Dar dacă $\frac{m}{n} = 2$, am avea $\frac{\text{O}}{\text{H}} = 16$. Determinarea ponderilor atomice este posibilă, cu condiţie ca să cunoaştem raportul $\frac{m}{n}$ al numerilor de atomi, cari se combină, pentru a forma un corpuscul. Metoda pentru determinarea lui $\frac{m}{n}$ a fost dată de ita-

lianul *Amedeo Avogadro* în 1811. Ea a fost perfecționată și definitiv fixată numai în anul 1858, în urma publicării cărții unui alt chimist italian *Canizzaro* intitulată „ Sunto di un corso di filosofia chimica". Metoda se bazează pe studiul experimental și teoretic al gazurilor.

Lectură. — **Recapitulare din Fizică. Corpurile în stare gazoasă.** — În afară de aer, cunoaștem multe corpuri gazoase, unele corpuri simple (H, O, N, Cl, etc.), altele corpuri compuse (bioxid de Sulf, amoniac,

Fig. 37.

Fig. 38.

Fig. 39.

bioxid de carbon, oxid de carbon, acid clorhidric.). Cunoaștem numeroase proprietăți generale pentru toate corpurile în stare de gaz, fie simple, fie compuse.

Experiența cu balonul lui *Heron*, (fig. 37). Cu o pompă de compresiune, pe care o înșurubăm la *a*, comprimăm aer în vasul B, în care este apă. Închidem robinetul R, dișurubăm pompa. Când deschidem acum robinetul R, apa țâșnește, fiind aruncată cu putere de aerul comprimat.

1. *Gazurile se comprimă*, își micșorează volumul când le apăsăm. Se arată compresibilitatea gazurilor cu aparatul din fisică, care servește la arătat legea lui Boyle-Mariotte, (fig. 38). Turnând mercur prin tubul lung închidem în *b* aer (ori alt gaz, care nu atacă mercurul); volumul aerului închis este *v*, când mercurul este în ambele ramuri la nivelul

od. Dacă turnăm o coloană de Mercur de 76 cm dela nivelul c_1 în sus, constatăm că aerul ocupă acum un volum de două ori mai mic. Aerul a fost comprimat. Se fac pompe de comprimat aerul. Aceiaşi experienţă arăta, că, la aceiaşi temperatură, aerul din volumul $\frac{v}{2}$ are o presiune de două ori mai mare, decât aerul care ocupa volumul v. La temperatură constantă aerul şi toate gazurile se supun legei lui *Boyle-Mariotte*: pentru aceiaşi cantitate de gaz supusă la diferite presiuni, volumele sunt invers proporţionale cu presiunile.

2. Aerul exercită presiune. O ştim din experienţa cu balonul lui Heron; cunoaştem faptul şi cu aparatul (fig. 38).

3. *Gazurile sunt elastice.* — Comprimate ele caută să ocupe volumul iniţial când presiunea încetează. Se vede din experienţa cu balonul lui *Heron*.

4. Gazurile difuzază prin pereţi poroşi. Dacă două gazuri sunt în prezenţa şi dacă nu există între dânsele părete dispărţitor, ele se amestică. Am arătat această *difuziune* a hidrogenului în aer (şi a aerului în hidrogen) prin experienţa indicată de fig. 16. In această privinţă *Berthollet* a făcut o experienţa rămasă celebră. El a pus unul peste altul, două baloane de sticlă pline, unul cu Hidrogen, celalt cu bioxid de carbon, care este de 22 de ori mai greu decât hidrogenul. Hidrogenul era pus în vasul de sus, iar bioxidul de Carbon în cel de jos. După câtva timp a constatat că, la temperatură constantă, gazurile s'au amestecat prin difuziune. A trecut parte de hidrogen în vasul de jos iar parte din bioxidu de Carbon în vasul de sus. fig. 39.

5. *Volumul substanţelor gazoase.* — Ele caută să ocupă volume cât mai mari. O experienţă uşor de făcut este arătată de (fig. 40). Un tub de sticlă de 1 metru lungime subţiat şi închis la un capăt, este umplut cu mercur şi răsturnat pe o cuvă cu mercur. Se ştie că rămâne în tub o coloană de mercur de 76 cm înălţime şi că de-asupra avem *vidul* barometric, *vidul lui Torricelli*. Legăm un balonaş cu aer, prin ajutorul unui tub de cauciuc de tubul vertical C, trăgând tubul de cauciuc peste vârful ascuţit. In acest fel avem două spaţii separate prin păretele de sticlă al tubului subţiat: de-o parte în balonaş aer, de altă parte vid în tubul barometric. Cu un cleşte rupem vârful tubului: am pus astfel în comunicare aerul cu locul vid; aerul trece în vid şi apăsând mercurul, sileşte coloana să se lese în jos.

Când dispunem de un tub cu robinet, experienţa se poate face în felul următor. Legăm prin un tub de cauciuc cu pereţi groşi capătul *b* al tubului, de un alt tub de sticlă A; Tubul A îl putem ridica ori scobori după voe. El se numeşte *tub de nivel*. In A turnăm mercur şi deschidem robinetul dela *a*; ridicând pe A, reuşim să sducem coloana de mercur la *a* alungând tot aerul. Inchidem robinetul *a*.

Scoborând tubul de nivel A, reuşim să aducem mercurul la nivelul B (fig. 41). Deasupra nivelului B este *vid*. Balonaşul cu aer din experienţa precedentă, îl legăm de capătul *a* cu ajutorul tubului de cauciuc. Deschizând robinetul *a*, aerul pătrunde din balonaş în vid şi dă mercurul în jos. Proprietatea gazurilor de a ocupa volum cât mai mare se numeşte *expansibilitate*. Pe proprietatea *expansibilităţii gazurilor* s'a construit maşina pneumatică.

In experienţa cu balonul lui Heron, vedem acelaş lucru, tendinţa ca gazul (comprimat aici) să-şi mărească volumul.

6. *Solubilitatea gazurilor.* — Am descris-o la Oxigen şi aer. Unele

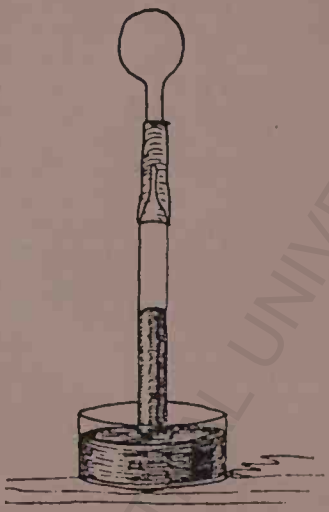


Fig. 40.

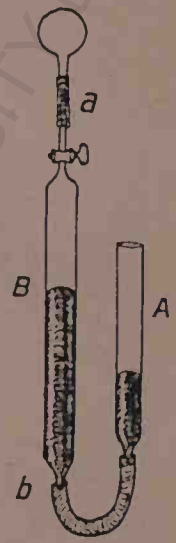


Fig. 41.

gazuri se supun legei lui *Henry*: solubilitatea este proporţională cu presiunea.

7. *Legea lui Dalton* relativă la presiunea unui amestic de gazuri. Intr'un volum v punem un gaz, de exemplu Hidrogen; presiunea gazului este p_1. In acelaş volum un alt gaz arată, la acei aşi temperatură presiunea p_2. Dacă punem acum tot în volumul v ambele gazuri presiunea amesticului este p_1+p_2. Asta însamnă că cele două gazuri nu şi'au influenţat presiunile; gazul întâi, Hidrogenul are presiunea p_1 fie că este singur în volumul v_1 fie că este în presenţa gazului al doilea, Oxigenul de exemplu.

Ca o urmare a legii precedente avem legea relativă la solubilitatea unui gaz, când este amestecat cu altul. Azotul are aceiaşi solubilitate

în apă, fie că-i singur sub presiunea p, fie că este în amestic cu oxigenul, cu condiție ca azotul să aibă în amestic tot presiunea p.

Legea lui Boyle-Mariotte.— Dacă închidem într'un volum v o cantitate de gaz, noi putem să-i micșorăm sau să-i mărim volumul cu ajutorul unui piston B, care se mișcă în corpul de pompă (fig. 42). Notăm cu

p presiunea, când gazul ocupă volumul v

p_1 „ „ „ „ „ v_1

Presiunilele le măsurăm cu manometrul C cu aer liber.

Temperatura fiind constantă, constatăm, cu ajutorul aparatului (fig. 38), că între aceste patru cantități avem relațiunea

$$\frac{p}{p_1} = \frac{v_1}{v}$$

presiunile sunt invers proporționale cu volumele. Scriem relațiunea sub forma $pv = p_1 v_1 =$ constantă.

Pentru o masă anumită a unui gaz, de exemplu 100 gr., la temperatură constantă, putem varia volumul și presiunea, dar productul lor pv nu variază, rămâne *constant*.

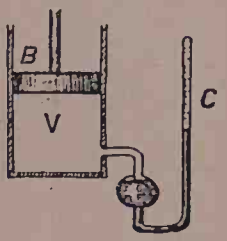


Fig. 42.

Această lege poartă numele de legea lui *Boyle-Mariotte*. In locul manometrului cu aer liber putem întrebuința în aparatul (fig. 42) un manometru cu aer comprimat, presiunile calculându-se după legea *Boyle-Mariotte*.

Dilatarea gazurilor. Legile lui Gay-Lussac.

Volum constant. — Să încălzim un gaz în corpul de pompă cu piston, (fig. 42), menținând *volumul constant*. Se constată că presiunea crește; creșterea de presiune pentru 1° ridicare de temperatură, este egală cu $\frac{1}{273}$ din presiunea gazului. Notăm fracția aceasta cu litera grecească α (alfa), $;\frac{1}{273} = \alpha$

Dacă la $t = 0°$, presiunea era p_0, vom avea la diferite temperaturi presiunile

„ $t = 1°$ $\quad p_0 + \frac{p_0}{273} = p_0 + \alpha p_0$

„ $t = 2°$ $\quad p_0 + 2\alpha p_0$

și „ $t = t°$ $\quad p = p_0 + t\alpha p_0 = p_0(1 + \alpha t)$

Când volumul rămâne constant și temperatura gazului crește cu $t°$,

presiunea p, la t^0 se calculează din presiunea p_0, la 0^0, cu ajutorul formulei de *dilatare la volum constant*

$$p = p_0(1+\alpha t)$$

Experimental se constată că $\alpha = \frac{1}{273}$ este acelaş pentru toate gazurile, simple sau compuse.

Presiune constantă. — Ridicăm temperatura, menţinând cu ajutorul pistonului presiunea constantă. Dacă la 0^0 avem volumul V_0, pentru fiecare creştere de temperatură de 1^0 avem o creştere de volum $\frac{1}{273}V_0 = \alpha V_0$.

Valoarea lui α este aceiaşi, ca în cazul precedent, când volumul era constant şi variau temperatura şi presiunea.

Ridicând temperatura de t^0, volumul devine

$$v = v_0 + t\alpha v_0 = v_0(1+\alpha t)$$

Formula se aplică tuturor gazurilor şi avem acelaş α pentru toate gazurile, simple sau compuse.

Cazul general; variază presiunea, volumul şi temperatura.

La temperatura 0^0 avem p_0 v_0

„ „ t^0 „ p v

Menţinând temperatura constantă t^0, variem volumul aşa ca gazul să ocupe volumul v_0; fie p_1 presiunea gazul în acest caz. Avem atunci la t^0 părechele de valori p v şi p_1, v_0; după legea lui *Boyle-Mariotte* avem

$$pv = p_1 v_0 \qquad (1)$$

Dar avem şi valorile

p_0 v_0 *la* 0^0

p_1 v_0 *la* t^0

Aici este o dilatare la volum constant; atunci

$$p_1 = p_0(1+\alpha t) \qquad (2)$$

Înlocuind valoarea lui p_1 din formula (1) cu cea dată de formula (2), obţinem

$$pv = p_0 v_0 (1+\alpha t). \qquad (3)$$

Formula (3) este formula generală a dilatării gazurilor. Legile relative la dilatarea gazurilor au fost formulate de *Gay-Lussac*.

De oarece volumele gazurilor variază cu presiunea şi temperatura, în operaţiile cu *eudiometrul* ţinem samă de dânsele.

Gazurile cari se supun la legile lui *Boyle-Mariotte* şi *Gay-Lussac* se numesc *gazuri perfecte*.

Un aparat uşor de întrebuinţat şi care dă samă de toate aceste legi este cel din (fig. 43). Tubul AB este legat de un tub de nivel C prin un tub de cauciuc *a,b*. Prin ridicarea lui C, umplem AB cu mercur şi apoi prin robinetul B şi scoborârea lui C introducem orice gaz voim în AB. AB este fixat prin dopuri într'un tub mai larg. Prin

E introducem vapori de apă, cari vin dela un balon, în care ferbem apă. Cu modul acesta gazul din AB este încălzit la 100°. Prin mișcări potrivite date lui C variem presiunea. Tubul AB poate fi gradat; cetim direct atunci volumele de gaz. Când AB nu-i gradat, punem alături o riglă gradată de noi.

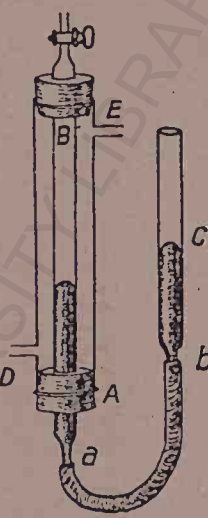


Fig. 43.

Formula $pv = p_0v_0 \quad (1+\alpha t) = p_0v_0\left(1+\frac{t}{273}\right)$

arată că dacă răcim un gaz la $t = -273$, obținem

$$pv = o(\text{zero})$$

De oarece volumul nu poate fi zero, căci materia nu se nimicește, rămâne să avem $p =$ *zero*. Temperatura —273° se bucură deci de o proprietate caracteristică: un gaz perfect la — 273° nu mai exercitează nici o presiune asupra pereților vasului în care el se află.

Din cauza situației speciale a temperaturei — 273° fizicianul englez *Sir W. Thomson* (sau cu numele *Lord Kelvin*, după înnobilare pentru merite Științifice) a propus să se adopte o *nouă scală a temperaturilor*. Păstrându-se graduarea *centigradă*, *zero* este fixat la —273°. Atunci, temperatura gheței care se topește este 273°.

Fig. 44.

Noile temperaturi se notează cu T°K (K=Kelvin). Din figura alăturată 44, se vede ușor că avem

$$T = 273 + t$$

Temperaturile măsurate cu scala Celsius, (zero în ghiață care se topește) se notează cu $t°$. Formula $pv = p_0v_0(1+\alpha t) = p_0v_0\left(1+\frac{t}{273}\right)$

devine, după ce se fac operațiile matematice

$$pv = p_0v_0\frac{273+t}{273} = \frac{p_0v_0}{273}T.$$

Să luăm 1 gr. de Hidroge; la 0° avem pentru productul p_0v_0 o

aloare constantă; atunci $\frac{p_0 v_0}{273}$ are o valoare numerică, pe care vo notăm cu K; obţinem astfel

$$p\ v = K\ T. \qquad (1)$$

Formula aceasta se aplică tuturor gazurilor. Când luăm câte un gram de fiecare gaz, avem pentru K valori cari variază dela gaz la gaz; pentru 1 gr. de gaz, K are o valorea pentru H, alta pentru Oxigen, bioxid de Carbon etc.

Pentru a explica legile gazurilor perfecte astăzi, recurgem la o ipoteză pe care o făcuse *Boyle*, pentru explicarea legei, care-i poartă numele. După *Boyle* gazurile sunt alcătuite din corpuscule foarte mici, cari se mişcă necontenit. In aceste mişcări ele lovesc pereţii vaselor, în care sunt ţinute şi aşa rezultă *presiunea* gazurilor. Să considerăm atunci un gaz, care are n corpuscule pe cmc; presiunea lui pe cmp. să o notăm cu p. Dacă cu un piston reducem volumul la jumătate, avem acum în cmc. $2n$ corpuscule. Fiecare din cele n corpuscule lucrează independent şi dau presiunea p: atunci dela $2n$ corpuscule pe cmc., presiunea va fi $2p$.

Când volumul se reduce la jumătate, presiunea devine de două ori mai mare. Rezultatul acesta trebue să fie general pentru toate gazurile şi el constitue legea lui *Boyle-Mariotte*, care apare ca o consecinţă a *structurei corpusculare a gazurilor*. Ideia aceasta a fost dezvoltată apoi tîrziu de tot în 1857 de *Clausius* care a căutat să ţie samă şi de influenţa temperaturei. După *Clausius* corpusculele din gazuri au repegiuni cu atât mai mari, cu atât temperatura e mai înaltă. Cu ajutorul calculelor matematice, Clausius a ajuns să fixeze valoarea productului pv astfel

$$pv = \frac{Nmu^2}{3}$$

N este numărul de corpuscule din volumul v de gaz: m este greutatea în grame a unui corpuscul, u repregiunea unui corpuscul (admiţând că au repegiuni egale). Dezvoltând ipoteza corpusculară la gazuri, s'a creat pentru gazuri o teorie nouă numită *teoria cinetică a gazurilor*. Reţinem din aceste dezvoltăm numai explicarea stării la *zero absolut* (—273° C). De oarece la zero absolut presiunea p=zero, urmează din formula de mai sus că u=zero. La zero absolut *încetează orice mişcare*.

După ce *Dalton* a dat teoria atomică, mulţi au crezut că corpusculele la gazurile simple, H, O, N sunt *atomii*. Ideea aceasta, că gazurile simple sunt făcute din *atomi*, n'a condus la concluzii verificate de experienţă, cum vom vedea în capitolul care vine.

Legile combinării gazurilor în volume (Gay Lussac). Avogadro. Teoria moleculară.

In 1808 Gay-Lussac prin o serie de determinări experimentale a reuşit să fixeze legile, după care se face combinarea *gazurilor în volume*. Pentru a înţelege aceste legi, să trecem un curent electric (fig. 45) prin trei vol-

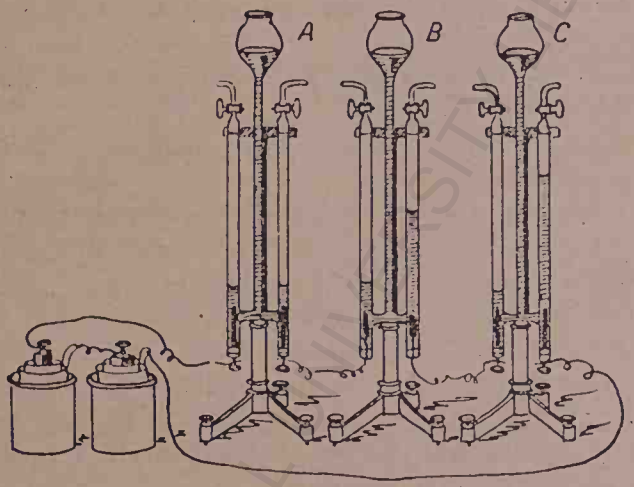


Fig. 45

tametre *Hofmann* puse în serie. In voltametrul A, cu electrozi de cărbune, este soluţie de acid clorhidric conc. amestecat cu 9 volume de soluţie saturată de *sare*, (clorură de sodiu); în B avem soluţie de acid sulfuric în apă, electrozi de platină; în C soluţie de amoniac, electrozi de platină, ori cărbune. La polul negativ se dezvoltă în toţi acelaş volum de Hidrogen, de exemplu 30 cm; la polul pozitiv vom avea 30 cmc. de clor gazos în A, 15 cmc. de Oxigen în B şi 10 cmc. de azot în C. Ca să avem aceste volume este nevoie să trecem curentul în prealabil prin voltametre cu robinetele deschise, ca soluţia din A să se satureze cu clor. Volumele diferitelor gazuri experimentate mai sus le notăm astfel:

1 volum de clor se combină cu 1 volum de Hidrogen;
1 volum de oxigen se combină cu 2 volume de Hidrogen
1 volum de azot se combină cu 3 volume de Hidrogen.

Prin eudiometru s'a arătat că două volume de Hidrogen şi unul de Oxigen se unesc în întregime şi dau 2 volume vapoare de apă. Experimental se arată că un volum de clor şi unul de hidrogen se unesc pentru a da 2 volume de acid clorhidric gazos. Tot aşa s'a putut dovedi că din 1 volum de azot şi 3 volume de Hidrogen rezultă 2 volume de amoniac gazos. *Gay-Lussac* cel d'intâi a arătat (1808) că:

1. Există raporturi *simple* între volumele gazurilor cari se combină;

2. Că există raport simplu între volumul gazului rezultat şi volumele gazurilor componente. In special, constatăm că în cele 3 cazuri considerate mai sus, gazul rezultat are totdeauna 2 volume.

Legile gazurilor perfecte (legea *Boyle-Mariotte* şi acelea a lui *Gay-Lussac*), precum şi legile lui *Gay-Lussac*, relative la combinarea gazurilor în volume, au fost utilizate de italianul *Amedeo Avogadro* în 1811 pentru clarificarea structurei gazurilor.

Avogadro introduce o nouă *ipoteză*, cunoscută sub numele de *ipoteza lui Avogadro*. El a atras atenţia că trebue să deosebim două feluri de corpuscule: unele se confundă cu *atomii*, altele sunt formate din grupe de atomi şi se găsesc libere în gazuri; pe cele d'intâiu el le numeşte *molecule elementare*, pe celelalte *molecule integrante*. Deosebirea aceasta a două feluri de ultime particule a rămas; numele adoptate azi în chimie sunt: atomi, pentru cele mai mici părticele de corp simplu şi molecule pentru particulele *libere din corpurile gazoase*; moleculele, prin loviturile ce le dau pereţilor, determină presiunea gazurilor.

Pentru a putea explica combinările gazurilor în volume, *Avogadro* precizează ipoteza sa în felul următor: *în*

volume egale de gazuri la aceiaşi temperatură şi presiune se găsesc acelaş număr de molecule. Câţiva ani mai târziu (1813) *Ampère* sprijină această ipoteză, atrăgând atenţia, că gazurile simple sau compuse, se supun în acelaş fel legii lui *Boyle-Mariotte*, ca şi legilor lui *Gay-Lussac* relative la dilatare;

In schimbările de volume trebue să joace rol spaţurile dintre molecule.

Dacă luăm două volume egale unul de acid *clorhidric gazos* (corp compus) şi altul de *hidrogen* (corp simplu) la aceiaşi temperatură şi presiune şi dacă reducem la jumătate volumele ambelor gazuri, presiunea devine la amândouă de două ori mai mare; în această reducere a volumului, de fapt s'au micşorat numai spaţiurile dintre molecule, căci când gazurile sunt diluate, volumul real ocupat de molecule este neglijabil şi în aceste schimbări de volum moleculele gazurilor nu se schimbă. Este o parte comună în structura gazurilor, adică spaţurile libere dintre moleculele de Hidrogen şi acel dintre moleculele de acid clorhidric trebue să fie cam aceleaşi.

Dar variaţii de volum avem şi la dilatarea sub presiune constantă; când temperatura creşte cu un grad, creşterea de volum este aceiaşi fracţie din volum, $a = \frac{1}{273}$ numită *coeficient de dilatare a gazurilor.* Acest *a este acelaş pentru toate gazurile.* Şi aici se vede că spaţurile libere dintre molecule trebue să fie aceleaşi la toate gazurile, de oarece creşterea de volum în dilatare este aceiaşi. Analogia de structură se exprimă prin egalitatea numărului de molecule la gazuri cuprinse în acelaş volum şi la aceiaşi temperatură şi presiune. Când avem acelaş număr de molecule, putem admite că avem şi egalitate de locuri libere.

Plecăm deci de la ipoteza lui *Avogadro* şi voim să vedem consecinţele ce decurg din ea.

1. Mulţi au admis egalitatea aceasta a numărului de molecule la gazuri, în volume egale şi la aceiaşi temperatură şi presiune, dar nu s'au împăcat toţi cu existenţa a două feluri de particule, *atomi* şi *molecule.* Amintim că marele chimist suedez *Iohann Iacob Berzelius*[1])

[1]) Berzelius era membru al Societăţii de medici şi naturalişti din Iaşi, înfiinţată la 1833 de Dr. *Cihac* şi Dr. *Zotta*, ceea ce este important să ştim noi românii.

(1779—1848) a interpretat ipoteza în felul acesta: în volume egale de gazuri *simple* avem acelaş număr de *atomi*.

Considerăm cazul formărei acidului clorhidric gazos. Experimental se constată că din:

1 volum Hidrogen şi 1 volum clor rezultă 2 volume de acid clorhidric, ceea ce se reprezintă prin

1 volum H+1 vol. cl. =2 vol. acid corhidric.

După ipoteza lui Avogadro trebue să avem:

n molecule H+*n* molecule Clor=2*n* molecule acid clorhidric.

Dacă am admite că molecula de hidrogen este formată dintr'un *atom* şi cea de *clor* tot dintr'un atom, avem:

n atomi de H+*n* atomi *cl* trebue să dee *n* molecule de acid clorhidric gazos.

In adevăr experienţa arată că tot clorul şi tot hidrogenul se combină şi dau numai acid clorhidric; în molecula de acid clorhidric ar intra un atom de H şi unul de Clor; formula lui ar fi HCl.

In ipoteza moleculei identică cu atomul la H şi Cl constatăm că rezultă *n* molecule de acid clorhidric gazos (nu 2*n* molecule), cari ar ocupa 1 *volum*. Experienţa arată că rezultă 2 volume de acid clorhidric. Ipoteza moleculei de H identică cu atomul de H şi a moleculei de Clor identică cu atomul de Clor, trebue părăsită.

Facem a doua ipoteză: o moleculă de Hidrogen este formată din 2 atomi; molecula de clor tot din 2 atomi. In volumul de Hidrogen avem *n* molecule sau 2*n* atomi; în volumul de clor avem tot *n* molecule, sau 2*n* atomi. De oarece se combină un atom de H cu unul de Cl, rezultă în total 2*n* molecule de acid clorhidric, cari trebue să ocupe 2 volume. Ipoteza aceasta este în acord cu experienţa. Am ajuns deci la rezultatul că există *molecule* şi în corpurile simple şi că la H şi Cl sunt formate din câte 2 atomi; le vom scri H_2 şi Cl_2 mai rămâne stabilit că formula acidului clorhidric este HCl.

Pentru apă avem ca date experimentale 2 vol H+1 vol O=2 vol. vapori de apă.

2*n* molecule H_2+*n* molecule de exigen dau 2*n* molecule de apă.

In 2*n* molecule de H avem 4*n* atomi H; admiţând că molecula Oxigenului ar fi identică cu atomul, în volumul de Oxigen avem *n* atomi de oxigen; ar rezulta *n* molecule de apă de formula OH_4, cari ar ocupa un volum; ceeace contrazice experienţa.

In ipoteza că şi molecula de Oxigen este O_2 avem:

$$2nH_2+nO_2=2nOH_2$$

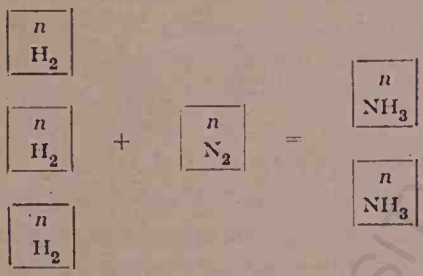
4*n*H+2*n*O=2 volume

2 vol.+1 vol.=2 volume

De data asta avem iarăşi acord cu experienţa.

Stabilim formulele O_2 pentru molecula de Oxigen şi H_2O pentru molecula de apă.

La formarea *amoniacului avem*



6 n atomi H+2n atomi N=2n molecule NH_3 (două volume de amoniac, cum arată şi experienţa).

Cum vedem pentru corpurile simple considerate, a căror moleculă este din 2 atomi, avem în volume egale de gazuri şi *acelaş număr de atomi* 2n H, 2n O, 2n N; formulele pentru corpurile compuse HCl, H_2O şi NH_3, arătate de Berzelius întâi sunt exacte; dar ipoteza existenţei numai a atomilor, duce la concluzii contrazise necontenit de experienţă în ce priveşte volumele corpurilor compuse. Singurele ipoteze în acord cu faptele sunt existenţa de atomi H, O, Cl, N şi de molecule H_2, Cl_2, O_2, N_2. In acelaş timp avem stabilite astfel definitiv formulele

HCl acid clorhidric, H_2O apa, NH_3 amoniac.

2. *Ponderi moleculare.* — Am definit *pondul atomic* ca numărul care arată de câte ori un atom al unui corp este mai greu decât atomul de H. Fiindcă în combinaţii atomii îşi păstrează greutăţile, urmează că o moleculă are o greutate egală cu suma greutăţilor atomilor. De oarece pentru a exprima ponderile atomice, am luat ca unitate ponderea unui atom de H, rămâne să exprimăm şi greutăţile moleculelor luând aceiaşi unitate. Numărul care arată de câte ori o moleculă este mai grea decât atomul de H, se numeşte pond molecular. Pentru Hidrogen atunci pondul atomic este 1, cel molecular 2. Ipoteza lui Avogadro permite să găsim uşor o formulă cu ajutorul căreia să putem calcula pondul molecular

la gazuri şi deci şi vapori. In formula aceasta, cum vom vedea, intră o cantitate numită *densitate în raport cu aerul* ori cu *hidrogenul*, pe care trebue să o definim. Se ştie că dacă luăm câte un cmc. din diferite corpuri, constatăm cu balanţa că acestea au greutăţi diferite. Numărul care spune de câte ori un cmc. dintr'un corp este mai greu decât un cmc. de apă se numeşte *densitatea corpului*. Când spunem că 9,78 este densitatea Staniului, înţelegem că un cmc. de staniu este de 9.78 ori mai greu decât un cmc. de apă; sau că 1 cmc. de Staniu cântăreşte 9,78 gr. In loc de a lua numai un cmc., putem lua un volum V de corp şi un volum egal V de apă distilată la 4° C. Numărul care spune decâte ori un volum V al unui corp este mai greu decât un volum egal de apă distilată (la 4° C), se numeşte *densitatea acelui corp*. In acest fel avem şi densităţile gazurilor raportate la apă.

De exemplu: densitatea aerului la 0°, şi 760 mm. mercur presiune este 0,001293; tot în aceleaşi condiţii densitatea H gazos este 0.000899; a Oxigenului 0,0014296. Pentru a nu opera cu numere aşa de mici, s'a convenit să se dea *densitatea în raport cu aerul*, definită prin raportul greutăţii unui volum de gaz şi a greutăţii unui volum egal de aer, în acelaşi condiţii, de temperatură şi presiune; aşa

$\frac{0.0000899}{0.001293} = \frac{1}{14,4}$ = densitatea Hidrogenului în raport cu aerul.

$\frac{0.0014296}{0.001293} = 1.105$ = densitatea Oxigenului în raport cu aerul.

Alte ori raportăm densităţile la *hidrogen*

$\frac{0.001293}{0.0000899} = 14,4$ = densitatea aerului în raport cu hidrogenul.

$\frac{0.0014296}{0.0000899} = 14,9$ = densitatea oxigenului în raport cu hidrogenul.

De oarece hidrogenul este de 14,4 ori mai uşor decât aerul, raportând densităţile gazurilor la hidrogen ele sunt de 14.4 ori mai mari decât densităţile în raport cu aerul.

Pondul unui litru de hidrogen nu-i îndeajuns de bine cunoscut. Se admite numărul 14,45 ca cifră care indică de câte ori aerul este mai greu decât Hidrogenul.

Considerăm 2 volume egale, a două gazuri la aceiaşi temperatură şi presiune: fie P greutatea volumului primului gaz şi P_1 a gazului al doilea. In fiecare volum avem n molecule. Molecula gazului d'intâi având greutatea m gr., putem scrie $P=nm$ gr. pentru gazul întâi şi $P_1=nm_1$ „ „ „ al doilea notând cu m_1 greutatea unei molecule a celui de al doilea gaz. Avem atunci

$$\frac{P}{P_1}=\frac{nm}{nm_1}=\frac{m}{m_1}$$

Ştim că un raport nu se schimbă dacă împărţim numărătorul şi numitorul cu aceiaşi cantitate. In membrul întâi împărţim cu o cantitate A, care este greutatea unui volum de aer egal cu volumul gazurilor de mai sus şi la aceiaşi temperatură şi presiune; în raportul din membrul al doilea împărţim numărătorul şi numitorul cu H care-i greutatea unui atom de hidrogen. Avem

$$\frac{\frac{P}{A}}{\frac{P_1}{A}}=\frac{\frac{m}{H}}{\frac{m_1}{H}}$$

Să admitem că gazul a cărui greutate am notat-o cu P_1 este Hidrogen. Atunci

$\frac{P}{A}=d=$ densitatea primului gaz în raport cu aerul

$\frac{P_1}{A}=\frac{1}{14,45}=$densitatea hidrogenului în raport cu aerul;

$\frac{m}{H}=M=$pondul molecular al gazului întâi; $\frac{m_1}{H}=2$ pondul molecular al hidrogenului $=2$.

Expresiunea ultimă devine astfel:

$$\frac{d}{\frac{1}{14,45}}=\frac{M}{2}$$

De aici $M=28,9\,d$

Greutatea moleculară a unui gaz se obține înmulțind d (densitatea sa în raport cu aerul) cu numărul 28.9.

Astfel pentru hidrogen $M = 28{,}9 \times \frac{1}{14{,}45} = 2$

pentru oxigen $M = 28.9 \times 1.105 = 32$

„ ozonă $M = 28.9 \times 1{,}66 = 48$

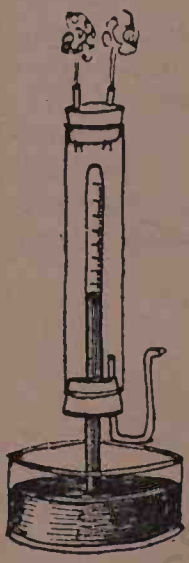


Fig. 46

Fig. 47

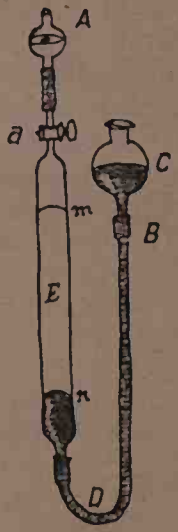


Fig. 48

Dacă întrebuințăm densitatea în raport cu hidrogenul D, știm că avem

$$d = \frac{D}{14{,}45}$$

ceia ce conduce la

$$M = 2\,D$$

Pondul molecular se află înmulțind cu 2 *densitatea în raport cu Hidrogenul.*

Densitatea în raport cu aerul. — *Lectură.* — Se cunosc multe metode pentru aflarea ei.

1. Utilizăm un vas de volum cunoscut. Facem vid şi-l umplem cu gaz; cântărim; apoi se face din nou vid şi-l umplem cu aer; cântăririle acestea dau greutatea volumului de gaz şi a unui volum egal de aer; împărţind greutatea d'întâi, cu cea de a doua avem d=densitatea în raport cu aerul. Tot aşa cu acelaş vas aflăm cât cântăreşte hidrogenul introdus în vas. Aflăm atunci densitatea D în raport cu hidrogenul.

2. Substanţele lichide se cântăresc în sticluţe mici cu dopuri de sticlă, apoi se introduc într'un tub barometric încălzit (fig. 46); tubul este gradat. Cetim volumul ocupat de vapori, presiunea şi temperatura, p, v, t. Formula $pv=p_0v_0(1+\alpha t)$ permite să aflăm v_0 volumul pentru 0° şi p=760 mm. Mercur. Cunoaştem deci g greutatea vaporilor din volumul v_0; greutatea aerului din acelaş volum este $=0.001293\ v_0$; atunci

$$d=\frac{g}{0.001293\ v_0}$$

Sticluţa cu g gr. substanţă se poate introduce în tubul central A, încălzit prin vaporii lichidului care fierbe în vasul exterior B. Substanţa se evaporează şi dislocueşte un volum egal de aer, pe care-l prindem într'o prubetă gradată (fig. 47), aparatul *V. Meyer.* In prubetă aerul are volumul v, presiunea p şi temperatura t. Calculăm vol.v_0 cu ajutorul formulei de mai sus. La temperatura T° din aparat, în A, el ocupa un volum mai mare şi a fost *dislocuit* de volumul egal de vapori rezultaţi dela lichidul introdus în A cu sticluţa. Fiindcă gazurile se dilată în acelaş fel, volumul vaporilor adus la p şi t din prubetă ar fi fost exact v dat de aer.

Lectură. — Metodele de sub numările 1 şi 2, constitue aşa numite *metode pentru densitate de vapori.*

3. Indicăm însă o metodă foarte uşoară ca execuţie, a *efusiometrului lui Bunsen.* Când am expus difusiunea Hidrogenului prin pereţi poroşi, am arătat că Hidrogenul trece mai repede prin pori, decât aerul. Pentru determinarea densităţei gazurilor în raport cu aerul ne servim de o deschidere fină făcută într'o foae de platină fixată într'un tubuşor de sticlă A. Cu un tub de cauciuc se fixează A la aparatul indicat în figura 48: tubul DB este tub de cauciuc, restul este făcut din sticlă. Tubul C serveşte ca tub de nivel. In apărat este mercur. Deschizând robinetul a şi ridicând C, umplem tot tubul E cu mercur. Lăsând C în jos, putem introduce în E un gaz oarecare.

După ce introducem gazul închidem a, fixăm apoi A şi ridicăm tubul C aşezându-l într'un suport anume dispus pentru vasul C. Deschizând a gazul curge prin deschiderea mică făcută în foaea de platină. Măsu-

răm timpul t strecurat, ca să se scurgă volumul de gaz cuprins între două semne m şi n făcute pe tub. Se repetă operaţia cu aer; avem timpul t_1. Se demonstrează că dacă d_1 este densitatea gazului şi d_2 a altui gaz avem

$$\frac{d_1}{d_2} = \left(\frac{t_1}{t}\right)^2$$

Când al doilea gaz este aerul, raportul $\frac{d_1}{d^2} = d$ este exact densitatea în raport cu aerul. Ea se află deci din măsura timpurilor de scurgere. Formula de mai sus poate fi uşor obţinută ţinând seamă că în timpul scurgerii nivelul Mercurului în C scade. Orice gaz s'ar scurge prin A, avem totdeauna aceiaşi cădere de mercur în C. Din fizică se ştie că prin căderea unui corp, putem pune pe altul în mişcare. Căderea de apă de la o moară, pune roata în mişcare. Un corp ridicat de la pământ are *energie potenţială*; un corp de masă M care se mişcă are *energie actuală*. In căderea unui corp energia potenţială scade transformându-se în energie *actuală* (energie de mişcare). Aceasta din urmă este dată de $\frac{MU^2}{2}$ unde M este masa în grame a corpului care se mişcă şi U este repegiunea mişcării. Masele în grame ale celor două gazuri în volumul dintre m şi n le notăm cu M_1 şi M_2 şi repegiunile lor cu V_1 şi V_2. Pentru aceiaşi cădere a mercurului în C, avem aceiaşi scădere a energiei potenţiale; atunci şi energiile actuale sunt egale

$$\frac{1}{2} M_1 V_1^2 = \frac{1}{2} M_2 V_2^2$$

ceia ce conduce la

$$\frac{M_1}{M_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

Dar dacă gazul al doilea este aer, raportul $\frac{M_1}{M_2}$ este densitatea în raport cu aerul d; repegiunile sunt în raport invers cu timpurile de scurgere; avem deci

$$\frac{M_1}{M_2} = d = \quad \text{şi} \quad \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2$$

ceia ce conduce la

$$d = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2$$

La acelaş rezultat se ajunge şi din formula lui *Clausius*,

$$pv = \frac{Nmu^2}{3}$$

Dacă $v=1$ cmc., atunci N este numărul moleculelor dintr'un cmc; Nm=masa în gr. a moleculelor din cmc, adică Nm=densitatea în raport cu apa. Pentru două gazuri avem

$$p_1=\frac{d_1 u_1^2}{3} \quad \text{și} \quad p_2=\frac{d_2 u_2^2}{3}$$

Gazurile închise în aparat sufăr aceiași presiune de la mercur. Atunci $p_1=p_2$ și deci $d_1 u_1^2=d_2 u_2^2$
de unde

$$\frac{d_1}{d_2}=\left(\frac{u_2}{u_1}\right)^2=\left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2$$

căci u_1 și u_2 sînt repegiunile moleculelor și cu aceste repegiuni se scurg prin deschiderea din A. Dacă gazul al doilea este aerul, avem

$\frac{d_1}{d_2}=d=$ densitatea în raport cu aerul.

DE CITIT.

Observație. Formulele $p_1 V=\frac{N_1 m_1 u_1^2}{3}$

$$p_2 V=\frac{N_2 m_2 u_2^2}{3}$$

pentru două gazuri închise în același volum V conduc la concluzii foarte importante. Luăm gazurile la aceiași presiune; atunci $p_1=p_2$ și deci avem

$$N_1 m_1 n_1^2=N_2 m_2 u_2^2 \qquad (1)$$

Să admitem că acum gazurile au și aceiași *temperatură*; după legea lui *Avogadro* avem atunci același număr de molecule $N_1=N_2$ Atunci

$$m_1 u_1^2=m_2 u_2^2 \qquad (2)$$

sau exprimând *energia actuală* a unei *molecule în mișcare*, avem

$$\frac{m_1 u_1^2}{2}=\frac{m_2 u_2^2}{2} \qquad (3)$$

Admițând că într'un gaz toate moleculele au repegiunea u_1 și că același lucru are loc și în gazul al doilea u_2 atunci vedem că la *temeparturi egale, forța vie (energia actuală) a unei molecule este aceiași ori care ar fi gazul.* Am ajuns la acest rezultat plecând dela ipoteza lui *Avogadro* $N_1=N_2$. *Clausius* a reușit pe altă cale să demonstreze că la temperaturi egale avem

$$\frac{m_1 u_1^2}{2}=\frac{m_2 u_2^2}{2}$$

Atunci din relația (1) scoatem rezultatul $N_1 = N_2$. Teoria cinetică permite să se demonstreze că în volume egale de gazuri, la aceiași temperatură și presiune avem același număr de molecule. Din acest moment nu se mai vorbește de *ipoteza lui Avogadro, ci de legea lui Avogadro.*

Determinarea greutăților atomice. Formule chimice.

In capitolele precedente s'a arătat că moleculele unor corpuri simple sunt alcătuite din câte doi atomi O_2, N_2, Cl_2, H_2. Am mai arătat și formulele pentru câteva corpuri compuse ClH, H_2O NH_3

acid clorhidric, apă, amoniac.

Dar atunci condițiile pentru determinarea ponderilor atomice sunt îndeplinite. Am arătat în adevăr că avem expresiunea

$$\frac{\text{Greutatea corpului A}}{\text{Greutatea corpului B}} = \frac{m\text{A}}{n\text{B}}.$$

Numerile m și n arată: numărul de atomi de corp A (m) și de corp B (n) cari intră în molecula compusului $A_m B_n$. Raportul greutăților este dat de experiență; numerile m și n le aflăm pe baza legei de combinare în volume și a legei lui Avogadro. Atunci putem afla raportul $\frac{A}{B}$, adică putem ști de câte ori un atom al unui corp A este mai greu decât al altui corp B. Să aplicăm metoda la corpurile cunoscute ClH, H_2O, NH_3.

$$\frac{\text{Greautatea Clorului}}{\text{Greutatea Hidrogenului}} = \frac{35{,}46}{1} = \frac{m\,Cl}{n\,H}$$

Acidul clorhidric fiind HCl avem $m=1$, $n=1$ și deci

$$\frac{Cl}{H} = 35{,}46$$

Atomul de clor este de 35,46 ori mai greu decât cel de Hidrogen. Deci 35,46 este pondul atomic al Clorului.

La apă avem $\frac{8}{1} = \frac{m\,O}{n\,H}$

Formula H^2O dă $m=1$, $n=2$, ceia ce conduce la $\frac{O}{H}=2\times 8=16$; pondul atomic al oxigenului este 16.

La amoniac avem

$$\frac{\text{Greutatea azotului}}{\text{Greautatea Hidrogenului}}=\frac{14{,}01}{3}=\frac{m\,N}{n\,H}$$

Dar formula NH_3 arată $m=1$, $n=3$ și deci $\frac{N}{H}=14{,}01$ sau 14,01 este pondul atomic al azotului.

Așa s'au fixat formulele a numeroase corpuri compuse gazoase și s'au putut determina ponderile atomice. Tabela de ponderi atomice fiind cunoscută s'au putut determina și formulele corpurilor nevolatile. Așa raportul în cari se combină *Fe* și S pentru a da sulfură de fer este

$$\frac{\text{Greutate Fe}}{\text{Greutate S}}=1.74$$

găsit pe cale analitică. In acelaș timp tabela greutăților atomice arată

$$\frac{\text{Pond. atomic Fe } 55{,}84}{\text{Pond. atomic S } 32{,}06}=1.74$$

Asta înseamnă că se combină un atom de Sulf cu unul de Fer și că deci formula sulfurei de fer este *SFe*.

Așa s'au fixat și formulele întrebuințate în capitolele precedente. Semnele întrebuințate pentru elemente în diferitele formule au un dublu înțeles: *a*) un semn de exemplu *Cl*, înseamnă că în moleculă avem un atom de clor; *b*) că în moleculă acest atom de *clor* contribne la greutatea moleculară cu o cantitate egală cu numărul exprimat de pondul atomic. Raportând la grame avem: In 36,46 gr. acid clorhidric avem 35,46 gr. clor și 1 gr. Hidrogen. Formula *HCl* înseamnă că luând un număr de grame de acid clorhidric egal cu pondul molecular

(36,46 gr.), putem să obţinem prin descompunere 35,46 gr. Clor şi 1 gr. de Hidrogen.

Exerciţii: 1. Câte grame oxigen obţinem din 10 grame de clorat de potasiu?

Dacă cloratul dă tot oxigenul, plecăm de la reacţia chimică

$$Cl.O_3K = Cl\,K + 3\,O$$

cu ajutorul ponderilor atomice aflăm pondul molecular al cloratului de potasiu

Cl	35,46
K	39,10
$3O = 3 \times 16 =$	48,00
	122,56

Luăm acum 122,56 grame de clorat de potasiu; din această cantitate s'ar putea obţinea 48 gr. de oxigen. Proporţia

$$\frac{122,56}{10} = \frac{48}{d}$$

dă d, cantitatea de oxigen, obţinută din 10 gr. clorat de potasiu, $d = \frac{480}{122,56}$.

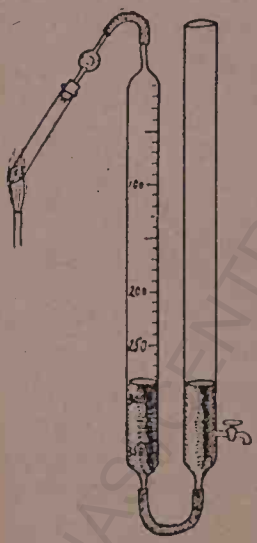


Fig. 49.

2. Ce volum ar ocupa acest oxigen la 0^0 şi 760 mm presiune?

Am văzut că în condiţiile date 1 litru de oxigen cântăreşte 1,429 gr. Răspunsul la problemă este acum uşor; volumul ar fi

$$\frac{d}{1,429} = \frac{480}{122,56 \times 1,429}\ \text{Litr.} = z$$

la 0^0 760 mm.

3. Care ar fi volumul la 16^0 şi 760 mm? Legea de dilatare *Gay-Lussac* aplicată dă imediat $v = z(1+\alpha t) = z\frac{t+273}{273} = z\frac{289}{273}$

Experimental rezultatul se verifică uşor cu aparatul (fig. 49). Cele 10 gr. de ClO^3K se pun în prubetă şi se încălzesc, iar oxigenul dezvoltat se prinde în tubul graduat. In bulă se pune ceva vată ca să reţie Cl K care se ridică. In tubul de nivel avem *apă*. Manipularea aparatului este uşoară. Măsurăm volumul făcând ca apa să fie la acelaş nivel în ambele tuburi. Admitem că temperatura camerei este 16^0.

In calculele precedente necontenit luăm un număr de grame egal cu pondul molecular, ori atomic. In laboratoare calculele acestea se fac zilnic. Pentru a ușura limbagiul, s'au introdus două expresii noi :

Moleculă-gram și *atom-gram*, sau și invers *gram-moleculă*, *gram-atom*.

Pondul molecular al ClO_3K este 122,56. Când luăm un număr de *grame* de corp, egal cu pondul molecular, cantitatea aceasta se numește *gram moleculă* ori *moleculă gram*.

O moleculă gr. de Hidrogen ar fi 2 gr ; de asemenea 18 gr. apă constitue molecula gram de apă. Atunci 1 gram de Hidrogen este o cantitate care se chiamă *atomgram* sau *gramatom*. Un gram atom de oxigen înseamnă 16 gr. de oxigen ; 32 gr. de oxigen înseamnă o moleculă gr. de oxigen.

Volumul ocupat de o moleculă-gr. la gazuri.

La 0° și 760 mm luând câte o moleculă-gram de gaz, H_2, O_2, CO, CO_2 constatăm că ocupă *acelaș volum* 22400 cmc. sau 22,4 litr. Cunoștința aceasta ușurează calculele cu gazurile. In acelaș timp ea permite să se dea o formulă unică pentru toate gazurile perfecte. Am văzut că dacă luăm 1 gr. de gaz avem $pv=KT$
și am adăogat că această cantitate

$$K=\frac{p_0v_0}{273}$$

diferă de la un gaz la altul. In loc de un gram, să luăm însă M*gr*, M fiind pondul molecular. Atunci

$$p.\ Mv=MK.\ T$$

și

$$MK=\frac{P_0Mv_0}{273}$$

Dar Mv_0 este volumul ocupat de molecula-gram, $Mv_0=$ 22400 cmc., pe de altă parte $P_0=76$ cm. mercur, este acelaș pentru toate gazurile. Atunci, punând $p_0=1$ atm. și $Mv_0=22{,}4$ litr, avem $MK=R=\frac{224}{273}=0.082$ litr. atm. Pentru toate gazurile avem deci,

$$pv=RT$$

Pentru molecula gr. valoarea lui R variază cu unităţile alese. Pentru litr. şi atm. avem R=0.082.

Tabela greutăţilor atomice a elementelor uzuale.

Ag	Argint	107,88	Mg	Magneziu	24,32
Al	Aluminiu	27,1	Mn	Mangan	54,93
Ar sau A	Argon	39,88	N	Azot (Nitrg.)	14,01
As	Arsenic	74.96	Na	Natrium (Sodiu)	23,0
Au	Aur	197,2	Ni	Nichel	58,68
B	Bor	11,0	O	Oxigen	16,0
Ba	Bariu	137,37	P	Fosfor	31,01
Be	Beriliu	9,1	Pb	Plumb	207,2
Bi	Bismut	208,0	Pd	Paladiu	106,7
Br	Brom	79,92	Pt	Platina	195,2
C	Carbon	12,005	Ra	Radium	226,0
Ca	Calciu	40,07	Rb	Rubidiu	85,45
Cd	Cadmin	112,40	S	Sulf	32,06
Ce	Cerium	140,25	Sb	Stibiu (Antimon)	120,2
Cl	Clor	35,46	Se	Selen	79,2
Co	Cobalt	58,97	Si	Siliciu	28,3
Cr	Crom	52,0	Sn	Staniu	118,7
Cs	Cesium	132,81	Sr	Stronţiu	87,6
Cu	Cupru	63,57	Te	Tellur	127,5
F	Fluor	19,0	Th	Thoriu	232,4
Fe	Fer-	55,84	Ti	Titan	48,1
H	Hidrogen	1,008	Tl	Talium	204,0
He	Helium	4,0	U	Uran	238,2
Hg	Mercur	200,6	W	Wolfram	184,0
I	Iod	126,92	Zn	Zinc	65,37
K	Kalium sau Potasiu	39,10	Zr	Zirconiu	90,6
Li	Litiu	6,94			

Tabela conţine numele a 53 de elemente. Se cunosc încă 34, cari n'au fost date în tabelă.

Exerciţii: 1. Care este greutatea unui litru de Hidrogen la 0^0 şi 760 mm?

Pondul molecular al H fiind 2, ştim că 2 gr. de H ocupă 22,4 litr. Atunci greutatea unui litru este (calculat) $\frac{2}{22,4} = 0.0893$ (0.0899 găsit).

2. Care-i pondul unui litru de oxigen la 0^0 şi 760 mm?

$\frac{32}{22.4} = 1.445$ în loc de 1,429, găsit.

3. Câte litruri de oxigen de 0^0 şi 760 mm. putem avea dintr'un kgr. de oxid roş de mercur?

Reacţia de preparare este

$$HgO = Hg + O$$

Tabela ponderilor atomice dă $Hg = 200.6$ şi $O = 16$. Atunci pondul molecular al HgO este 216.6; din 216.6 gr. de HgO avem 16 gr. de oxigen; proporţia

$$\frac{216.6}{1000} = \frac{16}{y}$$

dă valoarea lui y în grame, $y = \frac{16000}{216.6} = 74,07$ gr. Dar 32 gr. O_2 ocupă la 0^2 şi 760 mm. 22.4 litr; atunci volumul oxigenului rezultat va fi:

$$\frac{74,07 \times 22.4}{32} = 51,8 \text{ litr.}$$

4. Cât Hidrogen putem avea din 1 kgr. zink, şi acid sulfuric? Câtă apă putem avea dacă ardem acest Hidrogen.

5. Voim să oxidăm 500 gr. Cupru cu Oxigen din Cl. O_3K. Din câte grame de ClO_3K vom putea obţinea oxigenul necesar?

Greutăţi moleculare din propriităţile soluţiilor.

Prin metodele precedente s'au putut determina ponderile moleculare a numeroase substanţe, atât minerale cât şi organice. *Raoult* a făcut cercetări numeroase asupra soluţiilor şi a izbutit să imagineze alte metode pentru determinarea ponderilor moleculare. Noi indicăm numai una din aceste metode, bazată pe determinarea temperaturei de *solidificare*.

Benzolul curat se solidifică la 5^0 5.

Dizolvim în 1000 *gr. benzol* 1. 1 moleculă gr. de Naftalină C_{10} H_8.

2. Molecula gram de eter $C_4H_{10}O$.

3. Moleculă gr. de acetonă C_3H_6O.

Aceste soluţii se solidifică la $0^0,4$, adică cu $5^0,1$ mai jos decât benzolul.

Se zice că substanţele dizolvite au scoborît punctul de solidificare a benzolului. Soluţiile cari au o moleculă gr. de substanţă dizolvită în 1000 gr. de benzol se zic *moleculare* şi scoborîrea punctului de solidificare a lor este aceiaşi, anume $5^0,1$; numărul acesta $5^0,1$ se numeşte *scoborîre moleculară*.

Dacă am lua şi am dizolvi în 1000 gr. benzol 2 molecule-gr. din aceste diferite corpuri, am constata că acum scoborîrea este de 2 ori mai mare.

De aici *Raoult* a scos următoarele legi:

1. O soluţie se solidifică totdeauna la o temperatură mai joasă decât dizolvantul curat. Diferenţa între temperatura de solidificare a dizolvantului şi a soluţiei (o notăm cu Δ) este numită *scoborîre a punctului de solidificare*. Această *scoborîre este proporţională cu numărul de gr. mol. de corp dizolvit, n gr. mol.*

$$\Delta = En$$

Când dizolvăm numai o moleculă-gram, $n=1$ şi avem scoborîrea E; cantitatea E am găsit-o pentru 1000 gr. de benzol luaţi ca dizolvant egală cu $5^0,1$, $E=5^0,1$. Această cantitate E, caracteristică dizolvantului se numeşte *scoborîrea moleculară*.

Numărul de gr. molecule n se află împărţind numărul de grame dintr'un corp prin pondul său molecular. Astfel:

în 32 gr. Oxigen avem $\frac{32}{32}=1$ molecul gr.

în 64 gr. Oxigen avem $\frac{64}{23}=2$ molecule gr. etc.

Putem avea şi fracţii de moleculă gr. Astfel 16 grame de oxigen, dau $\frac{16}{32}=\frac{1}{2}$ gr. moleculă, 8 grame de Oxigen $\frac{8}{32}=\frac{1}{4}$ gr. mol. etc...

Când dizolvim în benzol un corp, cântărim a gr. din corp şi le sol-

vim în 1000 gr. benzol; dacă m este pondul molecular al corpului dizolvit, atunci $n=\frac{a}{m}$

și avem formula: $\Delta=E\frac{a}{m}$.

Cu un termometru vedem ușor la câte grade se solidifică benzolul și cu acelaș termometru determinăm temperatura t, la care se solidifică soluția. Atunci $\Delta=T-t$

este cunoscut; la benzol cunoaștem $E=5^0,1$; prin cântărire am aflat a; formula permite determinarea lui M.

De exemplu cântărim 14,5 gr. acetonă și le dizolvim în 1000 gr. benzol, sau 1,45 gr. acetonă în 100 gr. benzol. Cu termometrul determinăm temperatura $T=5^0,5$ la care se solidifică benzolul curat; constatăm că soluția de acetonă în benzol se solidifică la $4^0,22$; atunci

$$\Delta=5^0,5-4,22=1^0,28$$

Formula

$$1,28=5^0,1\frac{14,5}{M}=E\frac{a}{M}$$

da pentru M=58, pondul molecular al acetonei.

La apă E=1.85, când facem soluții tot în 1000 grame de disolvant. Disolvind 23 gr. alcool etilic în apă avem $\Delta=0.92$ și atunci diu

$$\frac{\Delta}{E}=\frac{a}{M}$$

avem: $M=\frac{Ea}{\Delta}=\frac{1.85}{0.92}23=46$

Deci 46 est pondul molecular al alcoolui etilic C_2H_6O.

NOMENCLATURA IN CHIMIE.

Considerăm combinațiile tuturor elementelor, afară de carbon. Combinațiile carbonului se studiază în chimia organică. Toate celelalte elemente și combinațiile lor se studiază în *chimia minerală* sau *anorganică*. Numai câteva combinații ale carbonului cari au legături strânse cu compușii minerali, se studiază în chimia minerală.

După proprietățile lor elementele se împart în *metaloizi* și *metale*. Numai aproximativ vr'o 20 de elemente sunt puse în *grupa metaloizilor*. Dăm câteva din caracterile distinctive ale metaloizilor și metalelor.

Metalele au luciu numit metalic, sunt solide, (numai mercurul este lichid), conduc bine căldura și electricitatea. Oxizii lor dizolviți în apă, îi comunică reacție *bazică* sau *alcalină*. Clorurele lor se dizolvă în apă și prin evaporare le putem obține sub formă solidă, căci apa nu le atacă. In electroliză merg la polul negativ (Catodă).

Metaloizii sunt foarte mulți în stare de gaz; unul este lichid (Bromul); cei solizi în genere n'au luciu metalic. Oxizii lor dizolviți în apă

îi comunică proprietăţi *acide*. Nu conduc căldura şi curentul electric aşa de bine ca metalele. Clorurele lor dizolvite în apă, sunt atacate de apă, aşa că prin evaporare nu mai obţinem clorura de metaloid dizolvită, ci alte corpuri. In electroliză metaloidele singure sau sub formă de grupe merg la polul pozitiv. In sfârşit combinaţiile metaloizilor cu Hidrogenul sunt gazoase la temperatura ordinară.

Impărţirea aceasta nu prezintă deosebiri precise. Descriind diferitele elemente vom vedea că unele se găsesc la limită, între metalozi şi metale, putând fi clasificate şi într'o grupă şi în alta. Există însă grupe de elemente, cari sunt hotărît metaloide şi altele cu caracter hotărît metalic.

După reacţiile şi modul lor de formare, compuşii se împart în trei grupe : *acizi*, *oxizi* (baze), *săruri*.

Sărurile rezultă din acţiunea acizilor şi a bazelor.

Numirile acizilor s'au stabilit după anumite regule formulate prin 1787 de către *Lavoisier* în colaborare cu *Guyton de Morveau*, *Fourcroy* şi *Berthollet*. Era pe vremea când chimia înflorise în Franţa aşa, încât se spusese că chimia „est une science toute française".

Acizii. — In cursul desvoltărilor, vom afla numirile acizilor. In genere aceste nume se termină în *ic*, ori în *os*, după cantitatea de Oxigen.

Terminaţia *os* se dă acidului cu mai puţin oxigen. O serie de particule hipo, hiper se pot pune înainte, pentru a fixa şi mai bine, care acid are mai mult (*hiper*) oxigen şi care mai puţin (hipo). Particulele acestea au fost luate din limba greacă. Dăm un exemplu :

$ClO\,H$	acid hipocloros
ClO_2H	acid cloros
ClO_3H	acid cloric
ClO_4H	acid percloric (scurtat din hipercloric)

In genere *hiper* s'a scurtat în *per*.

La *oxizi*.

Când este un *singur* atom de oxigen avem numirea de *protoxid* sau şi simplu de *oxid*.

K_2O oxid de potasiu, PbO protoxid ori oxid de plumb.

Când sunt doi atomi de oxigen avem bioxid :

PbO_2	bioxid de plumb
MnO_2	„ „ mangan

Oxizii de forma M_2O_3 (M = metal) se numesc *sesquioxizi*, uneori *oxizi* : aşa Al_2O_3 este numit şi sesquioxid de aluminiu, dar şi oxid de aluminiu (alt oxid de Aluminiu nu există şi confuzie nu se poate face).

Oxizi de forma Metal $_3O_4$ se numesc *oxizi salini* aşa Fe_3O_4 este oxidul salin de fer.

Pentru săruri nomenclatura ține seamă de numele acidului, căruia îi schimbă terminația *ic* în *at* și *os* în *it*.

Așa *Cl*OH, acid hipocloros, *Cl*OK hipoclorit de K.

SO_4H_2 acid sulfuric, SO_4Z_n sulfat de zinc.

Există combinații de două elemente și între acestea nu intră nici H, nici Oxigenul. Așa din *Cl* și *Na*, Sulf și Fer, etc.. Asemenea combinații se numesc *binare*. Numirea se face adăugind terminația ură la metaloid: *Cl*Na este clorură de sodiu

PCl_3 este triclorură de fosfor

SP*b* sulfură de plumb.

Noi românii am adoptat nomenclatura franceză.

Dăm acum numele elementelor cari fac parte din *metaloide*, indicând în paranteză și ponderile atomice rotunzite

Fluor (19) ; Clor (35,5); Brom (80); Iod (127)

Oxigen (16) ; Sulf (32); Seleniu (79.5); Telur (128)

Azot (14) ; Fosfor (31); Arsenic (75); Stibiu (120); (Bismut) (208)

Carbon (12) ; Si (28)

Bor (11)

Helium (4), Neon (20), Argon (40), Krypton (83), Xenon (130,7).

Celelalte elemente aparțin grupului *metalelor*.

Vom începe acum studiul diferitelor elemente ocupându-ne întâi de metaloizi.

Metaloizii. Valența.

Ne vom ocupa întâi de formulele combinațiilor dintre *metaloizi* și *Hidrogen*. Examinarea acestor formule ne arată că se pot fixa anumite legi (mai bine zis *regule*) cu privire la numărul de *atomi cari se combină*.

Tabloul combinațiilor cu hidrogenul cuprinde:

HF	acid florhidric	H_2O	apa
H*Cl*	„ clorhidric	H_2S	hidrogen sulfurat
H*Br*	„ bromhidric	H_2Se	„ seleniat
HI	„ iodhidric	H_2Te	„ telurat.

Considerăm deocamdată aceste combinații. Se vede că F, *Cl*, *Br*, I din punct de vedere al numărului de atomi de H, cari se combină cu *un* atom de element, sunt *asemănătoare*, căci *un* atom al lor se combină cu unul

de H. Din acest punct de vedere se mai zice că atomul de F, cel de *Cl*, etc.. au *aceiaşi valoare*, căci *un* atom de metaloid uneşte la dânsul numai *un* atom de H.

Din contră, un atom din grupa O, S, *Se*, *Te* are o *valoare dublă*, căci alipeşte *doi* atomi de hidrogen. In loc de cuvântul *valoare* este întrebuinţat altul care are aceiaşi rădăcină (*val*), anume *valenţă*.

F, *Cl*, *Br*, I se zic *monovalente*, au valenţa 1.

O, S, *Se*, *Te* sunt *bivalente* ori au valenţa 2.

Atunci N, P, *As*, *Sb*, *Bi* sunt trivalente căci combinaţiile lor cu H au formulele

NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3	BiH_3
amoniac	Hidrogen fosforat gazos.	Hidrogen arseniat	Hidrogen stibiat	Hidrogen bismutat

C şi *Si* sunt tetravalente, CH_4 metan

SiH_4 monosilan.

Valenţa arătată faţă de H se menţine şi în principalele combinaţii ale elementelor între dânsele. Aşa

$$CO_2 \qquad CS_2 \qquad CCl_4, \qquad SiF_4$$

Pentru a putea scrie formulele combinaţiilor dintre metaloide procedăm astfel: la un atom tragem atâtea liniuţe, câte valenţe are elementul

$$Cl— \qquad S= \qquad N\equiv \qquad C\equiv$$

Dacă voim să arătăm combinaţia carbonului cu clorul avem

$$C\begin{matrix}— Cl\\ — Cl\\ — Cl\\ — Cl\end{matrix}$$

Combinaţia cu sulful ori oxigenul

$$C\begin{matrix}=S\\ =S\end{matrix} \qquad C\begin{matrix}=O\\ =O\end{matrix}$$

Am scris *Cl* în dreptul unei linii, căci Clorul este monovalent; am scris S și O în dreptul a două linii, căci S și O sunt bivalente.

Cum se vede atomii nu se grupează, pentru a forma molecule, în orice *număr*, ci numărul atomilor, cari se combină este supus la *regula valenței*, care reprezintă mai mult o *tendință generală* și nu o regulă cu caracter strict *științific*. Așa din C și O avem nu numai combinația CO_2, care urmează regulei valențelor, ci și CO; ar trebui făcute noi ipoteze cu privire la structura acestei combinații. La Sulf s'au descris următoarele combinații cu *Cl*: S_2Cl_2, SCl_2, SCl_4 și combinația SF_6 cu Fluorul. Chiar la combinația O cu H avem H_2O și H_2O_2.

Regula Valenței, trebue complectată, admițând că valența unui element este variabilă cu natura corpurilor cari se combină și a împrejurărilor, în cari se face combinația. In variația valenței unui element întâlnim oarecare regularități, pe cari le vom expune cu ocazia descrierei principalelor elemente. In genere se admite astăzi că elementele au alte valențe față de O, decât acelea constatate în combinațiile cu H. De exemplu la S avem SO_2, bioxid de sulf, cu S tetravalent și SO_3 trioxid de Sulf cu S hexavalent.

Cazurile când molecula este formată dintr'un singur atom. — Determinându-se pondul molecular cu ajutorul formulei

$$M = 28.9\, d$$

s'a constatat că la vaporii de Zinc, Mercur, etc., *pondul molecular este egal cu pondul atomic*. Asta înseamnă că în vaporii acestor metale avem *molecula formată dintr'un atom*. Se exprimă aceasta prin cuvintele molecula este *monoatomică*. La O, N, H, *Cl* știm că molecula este *biatomică*. Exemple de molecule *monoatomice* mai avem la gazurile nobile *He*, *Ne*, *Ar*, *Kr*, X. Determinări de densități de vapori au arătat că la Iod avem molecula I_2 în vapori, dar dacă temperatura este foarte înaltă moleculele I_2 de Iod se disociază în atomi;

$$I_2 = 2I$$

Acelaş lucru la F_2, Cl_2, Br_2. Tot aşa la Sulf s'au găsit în vapori molecule S_8 la temperatura joasă, apoi molecule S_6, S_5; la 1000° în vapoarea de Sulf avem S_2; la temperaturi mai înalte molecula S_2 se *disociază termic* în atomi.

Interesante fenomene chimice se leagă de starea atomică a H şi O.

Stare.născândă. Trecem un curent de Hidrogen gazos prin soluţie de permanganat de potasiu (MnO_4K) acidulată cu acid sulfuric. Constatăm că putem trece multă vreme acest curente fără ca el să aibă acţiune asupra permanganatului din soluţie: coloarea violetă rămâne.

Să punem însă în această soluţie acidulată Zinc granulat: Zincul este atacat de acidul sulfuric şi se degajă mult hidrogen; operaţia o facem într'un pahar conic. După 20 ori 30 de minute constatăm că permanganatul se *decolorează*. Reacţia o putem indica în felul următor:

$$MnO_4K + SO_4H_2 = MnO_4H + SO_4KH$$

ac. *permanganic*

Hidrogenul din aparatul *Kipp* este *hidrogen molecular*; el este format din molecule H_2; acest hidrogen nu are acţiune asupra acidului MnO_4H. In momentul însă când Hidrogenul esă din reacţia Zincului cu acidul sulfuric, hidrogen *în stare născândă*, el reduce MnO_4H astfel:

$$MnO_4H + 5H + SO_4H_2 = SO_4Mn + 4H_2O$$

In soluţie *diluată* Sulfatul de Mangan SO_4Mn, este incolor. Se zice că hidrogenul în stare născândă este *mai activ*, el reduce mai bine decât H_2. In momentul când ese din combinaţii, Hidrogenul se presintă întâi sub formă de *atomi* şi de aceia este *reducător*. Prin urmare acţiunea reducătoare a Hidrogenului în *Stare născândă* se explică prin faptul că există atomi de H. Din aceşti atomi, mulţi dau imediat H_2, dar alţi atomi iau parte activă la reducere. Hidrogenul este absorbit de *Paladiul metalic*. S'a dovedit că în acest metal Hidrogenul există sub formă atomică; de aceia Paladiul care a absorbit Hidrogen este întrebuinţat ca reducător în multe reacţii. In această privinţă mai amintim o experienţă: trecând hidrogen din aparat Kipp (molecule H_2) prin o soluţie de SO_4Cu, nu observăm nimic. Dacă însă se adaogă Paladiu în pulbere, constatăm că se depune *Cupru* la trecerea Hidrogenului. In acest caz H_2 absorbit de paladiu a fost transformat în atomi, cari cu SO^4Cu dau reacţia

$$SO_4Cu + 2H = SO_4H_2 + Cu.$$

Pentru ca diferitele corpuri să fie chimiceşte active este deci nevoe să disfacem întâi moleculele în atomi, prin căldură, electricitate, etc. ori alte mijloace (cazul H_2 cu Paladiul).

Ozona. *Starea născândă se arată şi la oxigen.* — Am văzut că prin acţiunea discărcărilor electrice obscure

oxigenul se tranformă în *ozonă* care este un oxidant foarte energic.

Determinându-se pondul molecular al *Ozonei* s'a găsit valoarea $48=3\times16$. Asta însamnă că molecula ozonei este O_3; la trecerea discărcărilor obscure avem reacţia

$$3O_2=2O_3$$

Ozona se *disociază* uşor: reacţia care are loc se poate arăta astfel

$$O_3=O_2+O$$

Rezultă molecula O_2 şi atomi de Oxigen. Aceşti atomi au acţiune oxidantă energică, de aceia ozona oxidează mai putenric decât oxigenul molecular (O_2).

La formarea ozonei din oxigen se absoarbe energie, care-i dată de discărcările electrice. Aşa se formează ozona în cantitate mai mare în atmosferă, după discărcări electrice puternice. Tot aşa arderea *lentă* a fosforului, dă *căldură*, care serveşte la trecerea Oxigenului O_2 în ozonă. De-aceia dacă punem într'un pahar cu apă bastoane de Fosfor pe jumătate în aer şi pe jumătate în apă, aerul înconjurător miroase puternic a ozonă. Când punem un fir de platină, înroşit prin curent electric, în oxigen lichid, acesta se evaporează brusc; o parte din el absorbind căldură dela firul roşu trece în ozonă; de şi temperatura firului roşu este mare, ozona *răcită brusc* de aerul lichid. *nu se disociază*. Din contra prin căldură ozona se disociază

$$2O_3=3O_2$$

şi din două volume de ozonă rezultă 3 volume de Oxigen. Ozonizarea oxigenului se face cu scădere de volum, trecerea de ozonă în oxigen, din contra cu creştere de volum. De oarece Oxigenul este bivalent, în molecula de ozonă avem lanţ închis de 3 atomi de Oxigen.

Apă oxigenată. — Analiza a arătat că ea se desface în apă şi oxigen sub acţiunea catalitică a bioxidului de mangan în pulbere, şi anume rezultă o moleculă de apă (18 gr.) şi un atom de oxigen (16 gr.). Determinându-se pondul molecular la apa oxigenată dizolvită în apă, prin metoda lui *Raoult*, s'a găsit că pondul ei molecular este 34. De

aceia formula apei oxigenate este H_2O_2. Știind că Oxigenul este bivalent, s'a propus pentru apa oxigenată formula

$$\begin{array}{c} O-H \\ | \\ O-H \end{array}$$

Avem în molecula ei un lanț de doi atomi de Oxigen. Acest *lanț* nu-i stabil. Nici lanțul de atomi de oxigen din ozonă nu-i stabil. In ambele corpuri se constată tendința ca să se disfacă din lanț un atom de oxigen.

La ozonă avem atunci $O_3 = O_2 + O$

iar la apă oxigenată $H_2O_2 = H_2O + O$

Rezultă în ambele cazuri două corpuri stabile O_2 și H_2O și este pus în libertate atomul de Oxigen. De aceia și apa oxigenată este *oxidant energic*.

Din cauză că atât *ozona*, cât și H_2O_2 au acțiuni oxidante energice, se explică multe din reacțiile lor comune. Și ozona și H_2O_2 trec PbS neagră în $PbSO_4$ alb, și acidul sulfuros în acid sulfuric.

Și ozona și H_2O_2 pun în libertate iodul din HK în soluție.

Adăogind H_2O_2 la o soluție de H_2S și de $BaCl_2$ în apă se formează prin oxidare *acid sulfuric*

$$H_2S + 4O_2H_2 = 4H_2O + SO_4H_2$$

acidul sulfuric format dă cu $BaCl_2$ un corp alb insolubil SO_4Ba, sulfat de Bariu $BaCl_2 + SO_4H_2 = SO_4Ba + 2HCl$.

Și la formarea apei oxigenate se absoarbe energie. De aceia când atingem o flacără de Hidrogen de o bucată de ghiață pusă într'o capsulă de porțelan curată, după câtva timp o parte din ghiață se topește și în apă constatăm că s'a format apă oxigenată. In acest caz a avut loc reacția

$$H_2 + O_2 = H_2O_2$$

la temperatura înaltă a flacărei și prin răcire bruscă, corpul H_2O_2 format nu s'a discompus, ci a trecut în soluție.

Oxigenul pus în libertate din apa oxigenată, poate să se unească cu O din oxizi, ca cel de mercur HgO, ori de Argint Ag_2O și să pună metalele în libertate. In acest caz avem acțiune *reducătoare a ei*. Tot așa O din apa oxigenată se unește cu O rezultat din MnO_4K și acid sulfuric aflători în soluție:

$$_3SO_4H_2 + _2MnO_4K = 2SO_4Mn + SO_4K_2 + 3H_2O + 5O.$$

La fiecare atom de O din acești cinci puși în libertate se alipește un atom de O din apa oxigenată și rezultă $5O_2$.

$$5O + 5H_2O_2 = 5H_2O + 5O_2$$

De aceia când punem soluție de H_2O_2 peste soluție violetă de permanganat de potasiu și acid sulfuric, soluția se *decolorează*, și se dezvoltă mult oxigen.

Reacţiile ozonei şi apei oxigenate se datoresc acţiunei *Oxigenului în stare născândă*, adică atomilor O.

Din dezvoltările de mai sus reţinem şi faptul constatat, că se pot forma lanţuri (catene) de atomi de oxigen, dar că *legătura dintre aceşti atomi de oxigen este slabă*; combinaţiile (ozona şi H_2O_2) *nu sunt stabile*, ele desfac uşor un atom de oxigen.

Fluorul F. Acidul fluorhiric.

In pământ găsim mineralul *Fluorina* (CaF_2) şi *Criolita*, $Al\ F_6\ Na_3$ cari conţin Fluor. Se mai găseşte şi în alte minerale (apatită, topaz). Joacă rol în organisme. Tratând fluorina cu acid sulfuric se obţine acid *fluorhidric*.

$$CaF_2 + SO_4H_2 = 2HF + SO_4Ca$$

Răcind acidul, îl putem condensa şi conserva în vase de *gutapercă*.

Acidul fluorhidric. — In stare de vapori la temperaturi joase molecula lui este H_2F_2; la temperaturi mai ridicate HF. Prin răcire molecula HF deci se dublează; asociarea aceasta a moleculelor pentru a forma compuşi cu pond molecular dublu, triplu etc. se numeşte *polimerizare*.

Acidul fluorhidric lichid ori sub formă de vapori atacă *Silicaţii*. De aceia are întrebuinţări în laborator. In industrie serveşte la *gravarea sticlei*. Se acopere sticla cu o pătură de ceară, dând-o la suprafaţă cu ceară (4 părţi) dizolvită în esenţă de terbentină (1 parte). După evaporarea esenţei rămâne pătura de ceară. Cu un vârf ascuţit facem figurile voite în această pătură. Placa de sticlă cu partea acoperită cu ceară este pusă pe un vas de plumb în care punem $Ca\ F_2$ şi acid sulfuric. Vaporii de HF atacă sticla în părţile de unde a fost îndepărtată ceara. După ce topim ceara prin încălzire uşoară şi o ştergem cu o cârpă rămâne figura desemnată; trăsăturile fiind opace sunt bine vizibile.

Am fi putut pune HF lichid; atacul sticlei are loc, dar trăsăturile nu sunt opace.

In industrie se utilizează acum soluții de fluorură de amoniu $HFNH_4$, în loc de acid fluorhidric gazos, pentru a avea trăsături vizibile. Când este vorba de a ataca suprafețe mai mari de sticlă, se utilizează *fluorură de sodiu acidulată cu acid acetic*. Așa se prepară sticla *mată*. Tot cu acid fluorhidric se gravează trăsăturile pe termometre, pe biurete și pipete gradate.

Clorul-Cl.

Sarea. Sub formă de clorură de Sodiu clorul se găsește în apa de mare și în pământ. Din apa de mare se extrage sarea, prin evaporare, în țările calde; în țările reci prin înghețare se concentrează soluția. Concentrarea ultimă se face prin încălzire în căldări.

Din pământ extracția se face scoțindu-sese sarea din *mine*. In anul precedent am văzut că din galeriile inundate apa sărată este scoasă cu pompele și aruncată

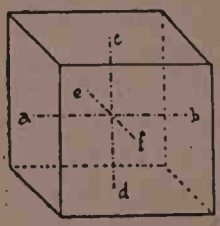


Fig. 50

Fig. 51

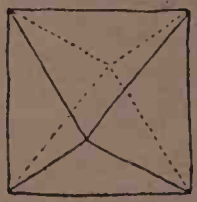


Fig. 52

pe căi de spini, crengi, frunze spre a fi concentrată.

Cristali sistem cubic. — Clorura de sodiu cristalizează în *cubi*.

Se întâlnesc în natură substanțe cristalizate în forme, cari se pot pune în legătură cu *cubul* (fig. 50) Liniile cari unesc mijlocul a două fețe opuse se numesc *axe*. La cub sunt trei axe egale și perpendiculare.

Sistemul cubic. — Inlocuind unghiurile solide ale cubului prin fețe mici egal înclinate pe muchi se obține (fig. 51), unde avem fețe de ale cubului și 8 fețe mici, cari înlocuesc cele 8 unghiuri solide ale cubului. Sub forma aceasta avem cristali de *alun* (piatra acră).

Dacă tăem unghiurile solide din ce în ce mai mult prin fețe egal înclinate pe muchi, ajungem în cele din urmă la o figură cu 8 fețe, formând două piramide cu baza de patrat. Această figură se numește *octaedru* (fig. 52).

Se pot obține forme și prin înlocuirea muchilor prin fețe.

Cubul se numește forma *primitivă*. Celelalte figuri se numesc forme *derivate*. Obținerea formelor derivate se face după legea de *simetrie*: *Când o parte a cubului suferе modificări, aceleași modificări le suferă toate părțile simetrice*. La cub sunt opt colțuri egale și 12 muchi; înlocuind un colț cu o față egal înclinată pe cele 3 muchii, trebuesc înlocuite toate cele 8 colțuri egale.

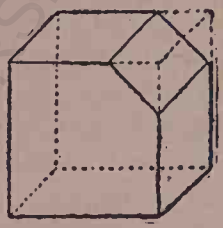


Fig. 53.

Dacă înlocuim o muche prin o față egal înclinată pe cele două muchi, fig. 53, trebue să înlocuim toate cele 12 muchi prin fețe egale. Când se face înlocuirea numai la jumătate de elemente egale, avem forme *hemiedrice*.

Vom vedea că putem avea forme derivate și dintr'o prismă dreaptă cu baza de patrat (forma primitivă) sau din romboedru etc.

Forma primitivă, cu toate formele derivate, constitue un *sistem cristalin*. Din cub derivă *sistemul cubic*.

Acidul clorhidric. — Tratând sarea cu acid sulfuric obținem un *corp gazos*, care dă fum când ajunge în aer. Acesta este acidul clorhidric gazos HCl. Il putem prinde pe mercur. Este gaz incolor, cu miros înăbușitor. Este foarte solubil în apă, ceia ce se poate arăta prin introducere de ghiață sau apă în prubeta în care am prins HCl gazos pe mercur. Reacția prin care rezultă este

$$ClNa + SO_4H_2 = SO_4HNa + HCl.$$

In balon se pun fragmente *mari* de sare, 12 gr. cu 20 gr. acid sulfuric concentrat. Se încălzește cu încetul

Gazul se spală într'un flacon spălător, în care am pus apă distilată sau mai bine soluţie de acid clorhidric din comerţ. Când vrem să facem soluţie trecem gazul prin mai multe flacoane Woulf. Reacţiunea serveşte şi la prepararea industrială a *acidului clorhidric*. Aici se poate ridica temperatură şi avem atunci şi reacţia

$$ClNa + SO_4HNa = HCl + SO_4Na_2$$

care dă HCl. De oarece în industrie se prepară cantităţi mari de sulfat de Sodiu SO_2Na_2, care serveşte la prepararea carbonatului de Sodiu, se vede că rezultă astfel şi cantităţi mari de HCl. Acesta este dizolvit în apă şi constitue acidul clorhidric din comerţ. Când este concentrat, acest acid lasă HCl să treacă sub formă de gaz în atmosferă; gazul HCl condenseazâ vapoarea de apă, dând fum. In felul acesta se recunoaşte acidul concentrat.

Experienţă. Dacă voim să avem în laborator curent regulat de HCl gazos, îl preparăm din acidul clorhidric concentrat, pe care îl punem într'un balon; lăsăm să cadă peste dânsul acid sulfuric conc. în picături, din o pâlnie cu robinet; HCl părăseşte soluţia şi trece sub formă de gaz.

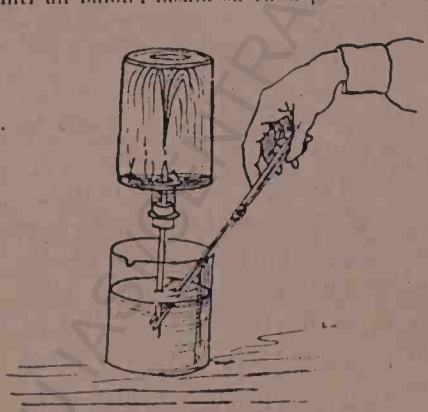


Fig. 53 bis

Putem prinde gazul prin dislocuire de aer, acidul HCl fiind mai greu decât aerul.

Experienţă. Solubilitatea HCl gazos. Prindem gazul într'un balon (fig. 53 bis) îi punem un dop cu un tub; răsturnăm balonul, punând o extremitatea a tubului în apă, care este colorată albastru cu turnesol. Răcind fundul balonului cu ghiaţă, ori eter, o cantitate mică de apă se urcă prin tubul central în balon şi dizolvă acidul gazos. Presiunea în interior devine mică şi apa este aruncată cu putere în balon; apa care trece în balon are coloare roşă.

Clorul. *Prepararea Clorului.* — Intr'un balon prevăzut cu leică și tub adbuctor (fig. 54) se pune bioxid de Mangan și se toarnă acid clorhidric. Incălzind ușor se prinde în cilindru Clorul sub formă de gaz verziu.

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$

In loc de acid clorhidric, putem pune peste bioxid de Mangan în bucăți (5 părți), sare (5 părți) și se toarnă acid sulfuric dizolvit în apă (12 părți acid sulfuric conc. turnat în 6 părți apă).

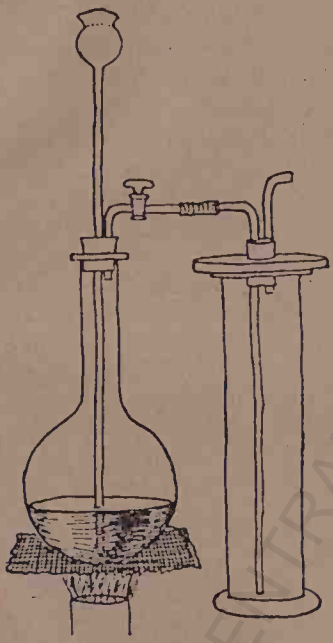


Fig. 54

Se toarnă încetul cu încetul acidul prin pâlnie și se încălzește ușor pe bae cu nisip. Clorul gazos se prinde prin dezlocuirea aerului. Se umplu câteva vase cu clor. *Trebue evitată respirarea de clor*, căci gazul atacă mucoasele din laringe. Facem acum următoarele experiențe cu clor:

1. Intr'un prim vas se aruncă arsenic pulverizat. Ce se observă? De asemenea *Sb*, *Bi* în pulbere. Punând fosfor într'o liguriță de fer și introducând în clor, fosforul se aprinde.

2. Intr'un al doilea se toarnă ceva lichid colorat cu *lacmus*? Se scutură. Ce se observă?

3. In al treilea vas se pune o floare colorată (de ex. un trandafir), ori hârtie scrisă, și o foae tipărită. Ce se observă?

Din experiențele de mai sus rezultă:

a) Că clorul se unește direct cu arsenicul. Tot așa se poate uni cu alte metale. Compușii formați se numesc *cloruri*.

b) Clorul distruge materiile colorante. Este întrebuințat la înălbirea multor substanțe și la spălatul rufelor. El atacă substanțele organice. De aceia el distruge bacteriile și este deci un bun desinfectant.

Intr'un vas cu clor, introducem o flacără de hidrogen. Constatăm că hidrogenul continuă să ardă în clor; el se unește cu clorul și dă acid clorhidric gazos, care eșind din vas produce fum în aer. Acidul clorhidric este deci format din Clor și Hidrogen. El este un corp compus. Am făcut astfel *sinteza* acidului clorhidric.

Sinteza clorurei de sodiu. — Trecem curent de clor peste o bucățică de *Na* ce am pusă în bula A a unui tub (fig. 55). Gazul este absorbit în paharul D într'o soluție conc. de Oxid de Sodiu. Incălzind cu o lampă bula A unde este Sodiul, Observăm că la un moment dat Sodiul se aprinde și arde în clor cu o flacăra vie. In tub și în B se strânge un corp solid alb. Ușor ne convingem că este *sare*. Am preparat astfel sarea din unirea Clorului cu Sodiul. Sarea este deci *Clorură de Sodiu*.

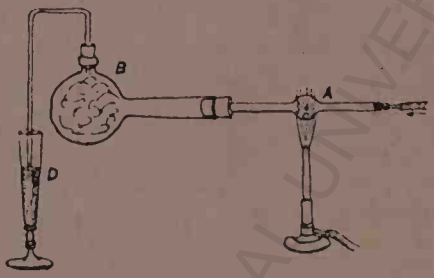


Fig. 55

Tot așa putem combina Cuprul cu Clorul. O bandă de foae de Cupru lată de vre'un cm. este încălzită într'o flacără și introdusă repede într'un vas cu Clor. Cele două corpuri, (Clorul și Cuprul) se unesc cu putere dând *Clorură de Cupru*.

Combinațiile clorului cu *alte* elemente decât oxigenul se numesc *cloruri*.

Avem PCl_3 triclorură de fosfor, PCl_5 pentaclorură de P.

„ As Cl_3, Sb Cl_3.

Clorul este solubil în apă. Expunând soluția de clor la lumină, clorul discompune apa; se formează HCl și se pune în libertate Oxigen

$$Cl_2+H_2O=2\ HCl+O$$

Bromul Br.

Sub formă de *bromuri* se găseşte în apa de mare, precum şi în unele izvoare de ape minerale. De asemenea în unele depozite saline, cum sunt cele de la Stassfurt.

Trecând clor gazos peste soluţie de Bromură de potasiu. într'o prubetă, are loc reacţia

$$Cl + BrK = ClK + Br$$

Bromul pus în libertate are coloare roş-brună. In loc de clor gazos putem adăoga apă de clor.

Bromul curat este lichid, cu miros greu. Respirat atacă mucoasa nazală. Bromul este monovalent ca şi Clorul.

Combinaţia Bromului cu H se numeşte acid bromhidric; HBr. Este corp gazos foarte solubil în apă.

Combinaţiile Br cu metalele se numesc *bromuri*. Bromura de potasiu. BrK are întrebuinţări în medicină, ca *sedativ*, adică liniştitor al sistemului nervos. BrAg este întrebuinţată în fotografie.

Iodul. I.

Se găseşte în apa de mare sub formă de combinaţii; de acolo este luat de unele alge; combinaţii de iod se găseesc în ghindura tiroidă a omului şi în ficatul unor peşti.

Când algele marine sunt arse, cenuşa lor (numită în Normandia *Varechs*, iar în Anglia Kelp) conţine *iodură*. Din aceasta se extrage *iodul*.

Experienţă. Intr'o prubetă punem soluţie de iodură de potasiu; adăogăm câteva picături de apă de clor diluată. Iodul este pus în libertate $IK + Cl = KCl + I$

Agitând cu Sulfură de Carbon, iodul se dizolvă cu o frumoasă coloare violetă.

Iodul este corp solid, cristalizat, de coloare neagră-cenuşie. Punând câţi va cristali de iod într'un balon uscat şi încălzind se constată că se topeşte la 113°,5 şi prin fierbere se obţin valori de o frumoasă coloare violetă. De aici vine numele *iod*, ἰοειδής = violet. Vaporii se depun pe părţile reci sub formă de cristali; deci iodul *sublimează*. Are miros displăcut. Este puţin solubil în apă. Se disolvă în apă cu alcool dând *tinctură de iod*; se dizolvă de asemenea în apa cu iodură de potasiu. Este solubil în sulfură de Carbon, eter, etc. Urme de iod colorează amidonul în albastru.

Cu Hidrogenul formează acidul *iodhidric* gazos, HI, foarte solubil, în apă. Deci iodul este monovalent.

Grupa halogenelor. F, *Cl*, Br, I. Pe greceşte sarea se numeşte ἅλς=hals. De oarece fluorurele, bromurele, iodurele de sodiu se asamănă mult cu *sarea*, s'a dat elementelor F, *Cl*, Br, I numele de *halogene*, adică producătoare de combinaţii analoage cu *sarea*.

Aşezându-le în ordinea ponderilor atomice, avem seria F (19), *Cl* (23), Br (80), I(127). Cu creşterea pondului atomic, variază proprietăţile lor astfel.

	F	*Cl*	Br	I
coloare	slab verde	verde	roş-brun	negru cenuşiu
Starea fizică	gaz	gaz	lichid	solid.
Legătura între metale şi atomul de Halogen	foarte puternică	puternică	mai puţin puternică	slabă

Florul gazos trecut peste o clorură, bromură sau iodură, pune în libertate *Cl*, Br, I.; Clorul înlocueşte Br şi I; Br înlocueşte Iodul.

Compuşii clorului cu oxigenul.

Sunt numeroşi. Amintim:

*Cl*OH	acid hipocloros	*Cl*O*Na*	hipocleriţ de sodiu
ClO_2H	„ cloros	ClO_2Ag	clorit de argint
ClO_3H	„ cloric	ClO_3K	clorat de K.
ClO_4H	„ percloric	ClO_4K	perclorat de K.

Pentru a explica formulele lor luând ca bază valenţa I pentru Clor, ar trebui să admitem lanţuri de atomi de O

*Cl*OH *Cl*.O.OH *Cl*.O.O.OH ClO.O.O.OH

Am văzut la ozonă şi apă oxigenată, că lanţurile de atomi de *oxigen* nu se pot menţine. Chimiştii au renunţat atunci la valenţa invariabilă a clorului şi au admis o valanţă *variabilă*.

Astfel în

acidul $ClOH$ Clorul este monovalent

„ ClO_2H „ „ trivalent și

formula acestui corp ar fi $Cl\begin{matrix}=O\\ -OH\end{matrix}$

In acid cloric am avea $Cl\begin{matrix}=O\\ -OH\end{matrix}$ cu clor pentavalent și în acidul

percloric am avea

$$O=Cl\begin{matrix}=O\\ -OH\end{matrix}=O$$

cu clorul *heptavalent* (valența 7).

Cu cât sunt mai mulți atomi de Oxigen ,cu atât combinația este mai stabilă. Când încălzim ClO_3K pentru a prepara O, reacția se face în realitate în două faze :

la o temperatură de vr'o 370^0 avem

$$_2ClO_3K = ClO_4K + ClK + O_2$$

se formează perclorat, care la 370^0 este stabil, nu se discompune. Pentru a-l discompune, trebue să încălzim percloratul la o temperatură mai înaltă. Se știe că pentru a avea reacția de preparare a oxigenului la temperatură mai joasă, adăogăm cloratului o cantitate de MnO_2, care joacă rol de *catalizator*.

Clorul ca mijloc de decolorare. — Se expun la acțiunea clorului numai fibrele de origină vegetală, pânze de in, cânepă, bumbac, iută. Ele se expun umede la acțiunea Clorului. Cerneala este decolorată ; scrierea cu creionul ori cea de tipar nu-i decolorată de clor, căci acesta nu atacă cărbunele, care se găsește în creioane, ori cerneala de tipar. In spălătoriile mari, se utilizează clorul gazos care ese din bombele cu *clor lichid*. Alte ori se pun pânzele în *celule* electrolitice la anodă și se electrolizează o soluție de clorură de sodiu, 10%, cu plăci de cărbune ca electrozi. In câteva minute clorul de la Anodă le decolorează.

Mai înainte se întrebuințau în acest scop soluții de hipoclorit de sodiu (Eau de Labarraque) și soluții de hipoclorit de potasiu (Eau de Javelle). Foarte de multe ori se întrebuințează așa numita *clorură de var*, care se găsește

în comerţ. Cu aceste substanţe ne vom ocupa mai târziu la locul potrivit.

Pondul molecular la soluţii de acid clorhidric, bromhidric etc..

In stare de gaz molecula acidului clorhidric este sigur HCl; pondul molecular este 36,46.

Când determinăm însă, prin metoda lui *Raoult*, pondul molecular la HCl în soluţie în apă, constatăm un pond molecular între 18 şi 19 adică pe jumătate din cel aflat în stare de gaz. Dar în acid fiind numai câte un atom de *clor* şi unul de Hidrogen, este imposibil să avem molecule rezultate prin diviziunea atomilor în jumătăţi. Trebue căutată o altă explicare. Ea a fost dată de *Svante Arrhenius* în 1887.

Formula $$\frac{\Delta}{E} = \frac{a}{M}$$

trecută sub forma $$M = \frac{aE}{\Delta}$$

arată că dacă M este prea mic, trebue căutată cauza în Δ, care este *prea mare*. *Arrhenius* admite că atunci când se dizolvă HCl gazos în apă, molecula nu rămâne întreagă, ci se disface în două părţi: în clor încărcat cu electricitate negativă şi Hidrogen încărcat cu electricitate positivă. Arătăm acest fenomen prin formula:

$$HCl = H^+ + \overline{Cl}.$$

La HBr, în soluţie apoasă avem $HBr = H^+ + \overline{Br}$

„ HI „ „ $HI = H^+ + \overline{I}$

Atomii încărcaţi cu electricitate au căpătat numele de *ioni*: avem un *ion positiv* şi *unul negativ*. Discompunerea aceasta se numeşte *disociaţie electrolitică*. de oarece componentele rezultate sunt încărcate cu electricitate. Ipoteza disociaţiei electrolitice explică multe fapte şi de aceia în ştiinţă s'a introdus un *capitol nou* sub numele de *Teoria disociaţiei electrolitice*.

Determinările prin metoda lui *Raoult* au arătat că şi soluţiile de KOH, Na OH etc. sunt disociate electrolitic; ionii în acest caz sunt K^+, Na^+ şi OH^-

De asemenea sărurile KCl, Na Br dau *ionii*

$$K^+,\ Na^+,\ Cl^-,\ Br^-$$

Teoria aceasta explică numeroase fapte.

a) In soluţie având *ioni* (încărcaţi unii pozitiv, alţii negativ), dacă

punem doi electrozi legaţi de polii unei *bacterii electrice*, ionii se mişcă prin lichid şi *transportă electricitatea*. Soluţiile de acizi, baze, săruri conduc curentul electric. Ionii încărcaţi *pozitiv* (Hidrogenul şi metalele) se duc la polul negativ sau *catoda*. Ei se numesc *cationi*.

Ionii încărcaţi *negativ* (oxidrilul OH şi metaloizii *Cl*, *Br*, I etc.) se duc la polul pozitiv ori *anodă*.

In soluţii nu avem deci moleculele întregi, ci cea mai mare parte *disfăcute în ioni*, adică disociaţi electrolitic. Cu cât fracţia disociată este mai mare, cu atât sunt mai mulţi ioni şi deci soluţiile conduc mai bine curentul electric. Conductibilitatea pentru electricitate *este o urmare a disociaţiei electrolitice*. Soluţiile acestor corpuri *sunt electrolite*; soluţiile de alcool metilic în apă, de alcool etilic, dextroză, zaharoază nu au *ioni*, nu sunt *disociate electrolitic* şi deci nu conduc curentul electric.

b) Acizii *puternic disociaţi* HCl, HBr et... sunt acizi *tari*, bazele KOH, NaOH sunt *puternic disociate* şi sunt baze *tari*.

Acidul acetic este disociat în cantitate mică circa 1%; este acid slab, amoniacul în soluţie este bază slabă şi numai o fracţie mică din compusul NH_4OH este disociat în NH_4^+ şi $\overline{OH}$.

c) Toţii acizii prin disociare dau ionul H^+. Putem defini o soluţie *acidă* în felul următor: o soluţie, în care se găsesc mulţi ioni de H^+ are reacţie acidă.

O soluţie în care se găsesc mulţi ioni de OH este bazică.

d) Apa distilată este foarte slab disociată; de aceia ea *nu* conduce curentul electric. Din 18 gr. apă (o moleculă gr.) de abea fracţia $\frac{1}{10000000}$ este disociată în H^+ şi OH^-; apa nu poate avea deci mulţi ioni de H^+ şi OH^-.

e) Când într'o soluţie acidă (cu mulţi H^+) turnăm o soluţie bazică (mulţi ioni OH^-), ionii aceştia în apă nu pot rămânea liberi, ci se combină dând molecule *neutre* de apă

$$OH^- + H^+ = H_2O.$$

Neutralizarea unui acid cu o bază constă deci în unirea ionilor de oxidril cu cei de Hidrogen.

Arătăm aceasta în felul următor:

$$H^+ + \overline{Cl}^- \quad + \quad K^+ + OH^- = H_2O + K^+ + Cl^-$$

In soluţia neutră mai rămân *ionii* de K^+ şi Cl^-. Se vede că după neutralizare *anionul acidului* Cl^- şi *Kationul bazei* continuă să rămână mai departe în apă ca *anion* Cl^- şi Cation K^+. Neutralizarea este deci independentă de anionul acidului şi de Kationul bazei.

Noțiuni de termochimie.

Am văzut că oxidarea multor corpuri se face cu dezvoltare de căldură. Dizolvirea acidului sulfuric, când îl turnăm în apă, dezvoltă căldură. Combinarea O cu H, *Cl* cu H, a *Br* cu H etc. se face cu *dezvoltare* de căldură. Reacțiile chimice cari se fac cu dezvoltare de căldură se numesc reacții *exotermice*.. Când se face amestec de sare și ghiață, ghiața se topește și se produce *frig*. Se zice că amestecul de ghiață și sare este *frigorifer*.

Reacții de felul acesta, însoțite de *răcire* (corpurile absorb atunci căldură de la substanțele înconjurătoare) se numesc *endotermice*. Formarea *ozonei* este o reacție *endotermică*; de asemenea formarea apei oxigenate din H_2O și O.

In neutralizarea acizilor tari (H*Cl*, H*Br*, cu bazele tari KOH, *Na* OH, avem dezvoltată pentru o moleculă gr. de acid și bază *aceiași cantitate de căldură*, oricare este acidul tare ori baza tare, de oarece baza neutralizării este procesul unic

$$OH^- + H^+ = H_2O$$

independent de *anion* și *cation*.

In termochimie se studiază legătura dintre reacțiile chimice și căldura dezvoltată ori absorbită.

Metaloizii bivalenți.

In această grupă avem : O, S, *Se*, *Te*.

Ne-am ocupat de Oxigen. Seleniul și Telurul numai le amintim. Ne vom ocupa de Sulf și combinațiile lui.

Sulful.

In natură sulful se găsește în stare nativă mai ales în terenurile vulcanice, din Italia, Sicilia, Islanda, Spa-

nia, California. Uneori îl găsim sub formă de cristali *octaedrici* (fig. 56). Uneori colţurile A şi B sunt înlocuite prin câte o faţă.

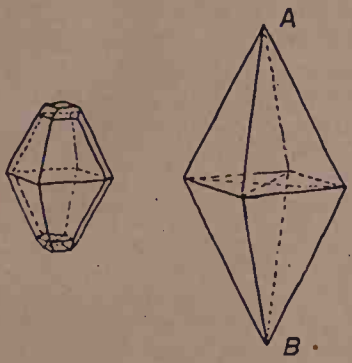


Fig. 56

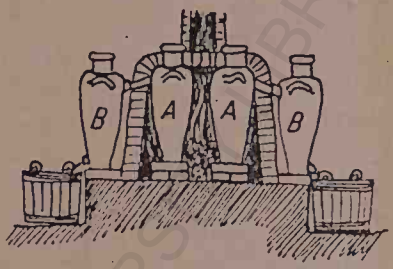


Fig. 57

Cele de mai de multe ori Sulful este amestecat cu pământ.

Alte ori Sulful se găseşte sub formă de *piritǎ*, $Fe\ S_2$.

Extraţia Sulfului nativ. — Un procedeu primitiv întrebuinţat mai înainte în *Sicilia* consta în a separa Sulful de materia străină (*gangă*) prin topire, în grămezi numite *calcheroni* ori *calcaroni*. O parte din Sulf era arsă, ca să se poată topi restul. Se câştiga numai 2/3 din sulful conţinut în mineral. Şi acum procedeul mai este întrebuinţat acolo unde este lipsă de combustibil, lemn, cărbune şi unde este greu de făcut drumuri bune pentru transport. Perfecţionările de ardere continuă în camere anume zidite, dau rezultate mai bune ; totuşi se arde mult sulf.

Când există combustibil extracţia se face mai raţional punând mineralul bogat în sulf în oale de pământ A, A cari sunt puternic încălzite (fig. 57. Sulful distilează în alte oale B.

Aceste metode au fost înlocuite unde s'a putut cu altele mai raţionale, încălzirea cu vapori de apă (sub presiune de 4—5 atm.) sau prin apă lichidă fierbinte sub presiune.

Din *pirite* extragerea se face, încălzind piritele în retorte de greziu : sulful este condus în recipiente de fontă, cari conţin apă rece. Reacţia este

$$3\ FeS_2 = 2S + Fe_2S_4.$$

Sulful acesta este încă impur. Este sulful brut.

Rafinarea Sulfului. — Se încălzeşte sulful brut în retorte cilindrice. Vapoarea este condusă în camere reci, a căror podea (pardoseală, este

uşor înclinată. Vapoarea în parte se depune pe pereţi sub formă de pulbere, constituind *floarea de sulf*, iar parte se topeşte formând o pătură lichidă pe fundul de jos al camerei. De aici sulful lichid este scurs prin deschideri *potrivite* în rezervoare încălzite, de unde este turnat în forme; după răcire sulful în bastoane este dat în comerţ.

Sulful este corp solid, gălbui, fără gust şi miros. Se topeşte pe la 115^0, ferbe la 445^0. Încălzit la 115^0 dă un lichid mobil, gălbui; pe la 160^0 coloarea începe a se închide, la 200^0 coloarea este brună închisă şi masa aşa de viscoasă, încât vasul poate fi răsturnat, fără ca sulful topit să se verse. Pe la 400^0 masa devine din nou lichidă mobilă, iar la 445^0 intră în ferbere, dând vapori bruni roşietici de sulf. Şi în stare solidă sulful se prezintă sub diferite forme, cari constitue modificaţii *allotropice* ale lui.

Dacă sulful topit ,care are temperatura aproape de 445^0 îl turnăm în apă rece, el se transformă într'o masă transparentă, elastică numită *Sulf moale*. Se prezintă şi în două forme cristaline; în natură îl găsim sub formă de *octaedri*, (fig. 56); de asemenea sub formă de octaedri cristalizează din soluţiile lui în Sulfura de Carbon, la temperatura ordinară. Din soluţiile fierbinţi sau din sulf topit cristalizează în prisme cu baza de romb şi cu muchiile înclinate pe bază, aşa cum vom arăta imediat. Pentru a obţine sulf prismatic sub formă de ace lungi, topim vr'o 50 gr. Sulf într'un creuzet de argilă, cu un suflăi şi apoi îl lăsăm să se răcească, până ce prinde la suprafaţă o crustă, prin solidificare. Spargem pătura solidă superficială şi vărsăm sulful lichid; pe pereţi se văd prisme lungi ca nişte ace.

Avem mai multe modificări alotropice a sulfului; citâm: cristalizat în octaedri ori prisme; apoi sulful solubil în sulfura de carbon, sulful insolubil în sulfura de carbon (acest din urmă este numit sulf *amorf*). Sulful octaedric are densitatea 2,05; se topeşte la 114^0. Sulful prismatic are densitatea 1.98 şi se topeşte la 120^0.

Proprietăţi chimice. — Sulful arde în aer şi dă bioxid de Sulf, SO_2, sau anhidridă sulfuroasă. Încălzit se uneşte cu H dând H_2S; chiar la rece H în stare născândă dă H_2S cu sulful; experienţa se face turnând acid clorhidric diluat peste un amestec de pulberi de Fe şi S puse într'o prubetă.

Încălzind amestec de 7 părţi pulbere de fer şi 4 părţi sulf în pulbere ele se unesc cu dezvoltare de căldură şi lumină şi dau sulfura de fer. Punând strujitură de Cupru şi sulf într'un balon sau prubetă şi încălzind,

cuprul este atacat de vaporii de sulf; combinarea lor se face cu lumină și căldură; se obține Sulfură de Cupru Cu_2S. Combinațiile cu metalele se numesc *sulfuri*. Trecând vapori de Sulf peste cărbune încălzit puternic, cele două elemente se unesc și dau *sulfură de cărbune*, CS_2.

Sulful servește la fabricarea cauciucului, la fabricarea prafului de pușcă, etc.

Sulful se găsește în materiile albuminoase vegetale ori animale; de asemenea în esența de muștar, de usturoi.

Cristali. — Am văzut că clorura de Sodiu se prezintă sub forme de cub; sulful îl avem iarăși sub forme regulate exterioare, octaedri, prisme. Astfel de forme geometrice regulate sub cari se prezintă corpurile se numesc *cristali*. Dacă rupem cristalii, ori îi sfărâmăm, constatăm că și în interiorul lor avem așezări regulata de molecule; se zice că interiorul cristalilor prezintă *structura cristalină*.

Sunt corpuri cari n'au formă regulată exterioară dar prezintă structură cristalină interioară, cum este marmora ,zahărul.

Există și corpuri solide, la cari nu vedem nici formă exterioară regulată și nici interioară, cum este *sticla*. Asemenea corpuri se numesc *amorfe* (fără formă). Am arătat că există o formă alotropică a Sulfului numită *sulf amorf*, insolubilă în sulfură de carbon.

Cunoașterea formelor cristaline este de multă importanță pentru cunoașterea corpurilor. Studiul cristalilor se face în *Cristalografie*.

Noțiuni de cristalografie. — La cub am arătat că în afară de cub se întâlnesc numeroase forme cristaline, cari derivă din cub. Am mai arătat că totalitatea formelor cari derivă din cub, împreună cu cubul formează *sistemul cubic cristalin*. Cubul este numit *forma primitivă*.

Cu ocazia studiului Sulfului, cunoaștem și alte forme de cristali, cari derivă fie din *prisma cu baza de romb* și cu muchile perpendiculare

pe bază, fie din prizma cu baza de romb, dar cu muchile *oblice* după o diagonală a rombului de bază. Există deci şi alte sisteme cristalire, cari prezintă forme *primitive* şi *derivate*.

Le vom trece pe scurt în revistă. In cristali moleculele se aşază după *anumite norme de simetrie* faţă de nişte linii numite *axe*. După mărimea şi înclinarea acestor axe avem 6 *forme primitive*, cari cu cele *derivate* formează 6 sisteme cristaline.

1. *Sistemul cubic.*—3 axe egale şi perpendiculare între dânsele. Moleculele aşezate pe feţele cari trec prin extremităţile axelor, perpendicular

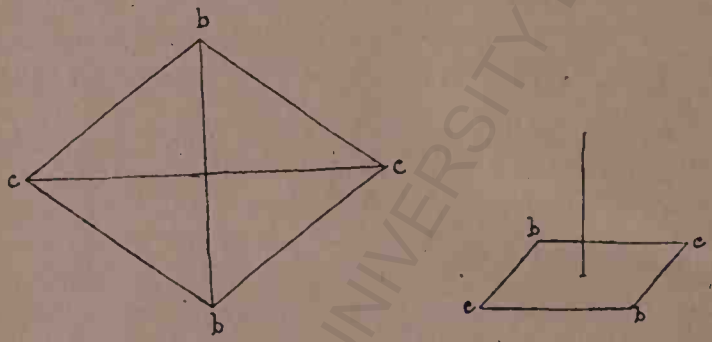


Fig. 59.

pe axe, formează *un cub* fig. 50. In planul hârtiei avem două axe egale şi perpendiculare *ab* şi *cd*; a treia axă, perpendiculară pe celelalte două şi egală cu dînsele este *ef*. Dacă prin extremităţile *a,b* ne închipuim două planuri perpendiculare pe axă, obţinem o *placă* perpendiculară pe *ab*. Fixând planuri prin *cd* şi *ef* perpendiculare pe axele respective, acestea vor tăia în placă o formă *cubică*. Am văzut că există forme derivate *octecdrul*, fig. 52.

2. *Sistemul pătratic.* — 2 axe *bb* şi *cc* egale şi perpendiculare; a treia *ca* rămânând perpendiculară pe planul celorlalte două este mai lungă ori mai scurtă decât dânsele. Prin planuri duse la extremităţi obţinem ca figură primitivă o prismă cu baza de pătrat, uneori lungă, alte ori scurtă. Uneori *ca* poate să fie aşa de scurtă, că prisma apare ca o lamă.

3. *Sistemul rombic.* — Axele *bb*, *cc* aflate în planul orizontal se numesc axe *orizontale*. Cele 3 axe rămân perpendiculare, dar sunt *neegale*. In planul orizontal axele *bb*, *cc* dau, prin unirea extremităţilor un *romb* (fig. 59). Prisma cu baza de romb şi cu muchile paralele axei *ca* adică cu muchile perpendiculare pe bază, constitue *prisma ortorombică* (*orto* înseamnă drept, perpendicular). Axa *ca* ne-o închipuim că trece prin O şi este perpendiculară pe *bb* şi *cc*, deci pe planul lor. Să ne închipuim planuri cari trec prin extremitatea *c* de sus a axei şi prin liniile laterale

bc, obținem o piramidă cu baza de romb, de asupra planului *bb*, *cc*. Considerând și piramida de jos, cu baza comună *rombică*, am avea un *octaedru* solid cu 8 fețe, cu baza de romb.

Dacă considerăm planurile duse prin extremitățile *bb*, *cc* paralel cu axa verticală *aa* și perpendiculare pe *bb* și *cc*, obținem o coloană prismatică, care limitată prin fețe duse la extremitățile *a,a* perpendicular pe axa *aa*, dă naștere la o prismă cu baza de *dreptunghiu*. Acesteia îi corespunde un octaedru cu baza de dreptunghiu.

Sulful cristalizează în *octaedri* aparținând sistemului *ortorombic*, când îl obținem din soluții la temperatură joasă: tot așa este și sulful cristalizat găsit în natură.

4. *Sistemul monoclinic.* — Axa verticală *aa* este înclinată. Inclinarea se poate *face* fie pe direcția axei *bb* ori a axei *cc*. Când *aa* este înclinată pe *bb*, axa *cc* rămâne perpendiculară pe celelalte două. Se zice că *aa* este înclinată în o singură direcție: (*monoclinic* = înclinare în o singură direcție). Tot în o singură direcție este și înclinarea numai pe *cc*; atunci *bb* este perpendiculară pe planul celorlalte două; figura 60 arată înclinarea axei *aa* pe *bb*; axa *cc* ni-o închipuim că trece prin O perpendiculară planului format de *aa bb*.

Prisma are baza de romb, dar muchile înclinate în o singură direcție (după *bb*, ori *cc*). La temperatură înaltă, peste 96^0 avem prisme de *sulf monoclinic*.

5. Sunt cristali, în cari cele 3 axe sunt neegale și mici nu sunt perpendiculare. *Sistemul* se numește *triclinic* (înclinare la toate cele 3 axe). Forma primitivă este prisma înclinată și cu raza de *paralelogram*.

6. *Sistemul hexagonal.*—In planul orizontal sunt 3 axe egale și înclinate între dânsele de câte 120^0. Forma primitivă este o prismă *hexagonală*. Ca forme derivate apare *romboedrul*. Se poate lua și romboedrul ca formă primitivă; prisma hexagonală apare ca *formă derivată*. Intre forme derivate avem și două piramide hexagonale, unite prin bazele lor.

Macle. — Din cristalizări obținem totdeauna corpuri solide terminate cu fețe plane, având unghiuri solide (colțuri) și *diedre* (muchi), cari eșă *în afară*. Când doi sau mai mulți cristali formează grupe, atunci se observă și unghiuri diedre ori unghiuri solide cari *intră* în masa cristalizată. Asocierile de *doi* sau mai mulți cristali, cari se pătrund, după anumite norme constitue *maclele*. Avem macla *în cruce* a *Staurolidei* (silicat de aluminiu și fer (fig. 61), formată din 2 cristali ortorombici așezați perpendicular; citâm macla în formă de lance a gipsului, macla sub formă de genunchiu a *rutilului* (TiO_2) a Casiteritei SnO_2.

Dimorfism. Polimorfism. — Același corp poate să se presinte sub două forme cristaline, cum este cazul cu cristalii stabili de Sulf (Sulf ortorombic și clinorombic). Fenomenul acesta se numește *dimorfism*. Alte ori pot fi mai multe forme, *polimorfism*.

Isomorfism. — Substanţele cari au aceiaşi compoziţie chimică, aceiaşi formă cristalină şi pot să dea cristali amestecaţi, conţinând ambele substanţe, se numesc substanţe *isomorfe* (au aceiaşi formă). Aşa

CO_3Ca, CO_3Mg, CO_3Fe, CO_3Mn sunt isomorfi.

De asemenea sunt isomorfi.

alunul potasic (piatră acră)		$(SO_4)_3Al_2.SO_4K_2.24H_2O$
,,	amoniacal	$(SO_4)_3Al_2.SO_4(NH_4)_2.24H_2O$
,,	feriamoniacal	$(SO_4)_3Fe_2.SO_4(NH_4)_224H_2O$
,,	cromic	$(SO_4)_3Cr_2.SO_4K_2.24H_2O$.

Să facem soluţii *saturate* din aceşti aluni. Să punem un cristal de *alun potasic* în soluţia saturată de alun potasic; el creşte. Dacă îl

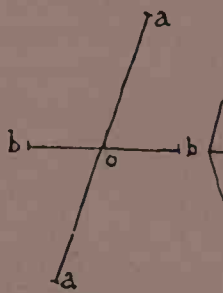


Fig. 60

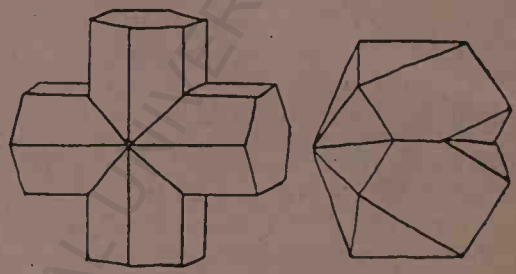


Fig. 61

punem în soluţia saturată de *alun cromic*, el continuă să crească; de data asta se depune pe dânsul alun cromic. Obţinem aşa, după voe, cristali amestecaţi, în cari să intre şi alun feric, potasic, cromic, etc...

De multe ori, dacă facem o soluţie saturată la o temperatură oarecare şi o răcim cu încetul, fără să o agităm, obţinem la o temperatură inferioară o soluţie, care conţine mult mai multă substanţă, decât cantitatea corespunzătoare saturaţiei. Asemenea soluţii se numesc *suprasaturate*. Foarte uşor se pot prepara soluţii suprasaturate de sulfat de Sodiu (SO_4Na_2), de tiosulfat de Sodiu ($S_2O_3Na_2$, numit şi hiposulfit de sodiu).

Dacă într'o soluţie suprasaturată de Sulfat de Sodiu, aruncăm un cristal mic de sulfat de sodiu, acesta determină cristalizarea bruscă a sulfatului care era în *exces* (mai mult decât trebue). Cristalul mic serveşte ca o *sămânţă* care determină cristalizarea. Cristalizarea unei soluţii suprasaturate a unui alun, de exemplu cromic, poate fi determinată nu numai de introducerea unui cristal de alun cromic, ci şi a unui cristal a unui alun *isomorf*, de exemplu alun feric ori potasic etc.

Hidrogenul sulfurat.

In cantităţi mari preparăm hidrogen sulfurat punând sulfură de fer într'un aparat *Kipp* (flacon Woulf, balon etc.) Turnăm acid clorhidric. Prindem un gaz incolor, cu miros greu. Este ceva solubil în apă. Il putem prinde pe apă.

Ne dăm seama de reacţie în felul următor:

$$SFe+2HCl=FeCl_2+H_2S$$

Proprietăţi. Hidrogenul sulfurat este corp gazos, incolor, cu miros greu, caracteristic. El arde. Se dizolvă în apă.

Hidrogenul sulfurat există în natură în apele minerale numite *sulfuroase*. El se produce şi în putrezirea materiilor organice, când au sulf.

Experienţă. fig. 62 Intr'un cilindru de sticlă prindem clor, iar în altul egal ca mărime cu cel d'intâi, prindem Hidrogen sulfurat. Aşezăm cilindrul cu clor peste cel cu hidrogen sulfurat şi apoi scoatem plăcile de sticlă dintre cele două vase cilindrice. Aşteptăm câteva clipe, până ce gazurile se amestecă prin difuziune. Pe pereţii de sticlă se prinde sulf. Indepărtând cilindrii se constată că esă un gaz, care dă fum în aer şi are reacţiie acidă.

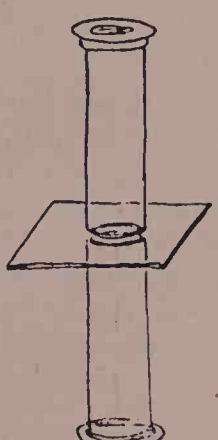


Fig. 62.

Fenomenul se explică uşor:

$$H_2S+Cl_2=2HCl+S$$

Clorul se combină cu Hidrogenul şi dă acid clorhidric, iar sulful se depune. Se dovedeşte din nou că hidrogenul sulfurat este compus din sulf şi hidrogen.

Clorul distruge astfel mirosul greu de hidrogen sulfurat. El distruge şi alte mirosuri grele. De aceia clorul este întrebuinţat la desinfectare.

Prin acțiunea Clorului am pus, în experiența de mai înainte, în libertate Sulful din Hidrogen sulfurat. Putem pune în libertate și Hidrogenul, trecând un curent de hidrogen sulfurat (spălat prin apă și uscat prin acid sulfuric) peste *strujitură de Cupru* încălzită pusă în tubul arătat în fig. 63. In cilindru prindem la început, când în-

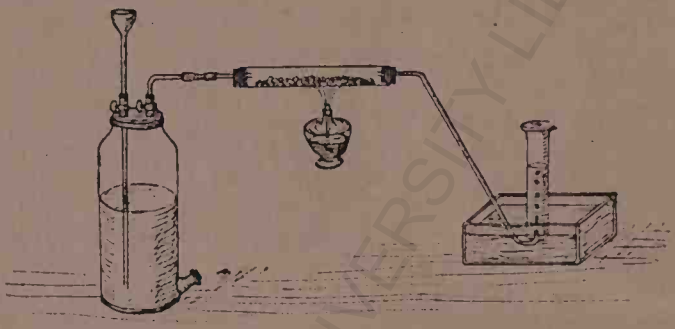


Fig. 63

călzim, *hidrogen*, căci sulful se unește cu cuprul, dând sulfură de cupru neagră. Putem aprinde hidrogenul care ese la capătul tubului după ce înlocuim dopul cu tub abductor cu un dop cu tub subțiat.

Dacă lăsăm să treacă curentul gazos, însă întrerupem încălzirea, tubului la urmă avem flacăra de hidrogen sulfurat, căci la *rece* cuprul nu mai descompune hidrogenul sulfurat. Putem scri deci:

$$H_2S + Cu = SCu + H_2$$

Compoziția în volume a H_2S. — Dacă prindem pe mercur H_2S gazos într'un tub îndoit, și dacă introducem în partea mai largă o bucățică de Staniu, apoi încălzim vr'o 20 de minute, constatăm că gazul este discompus conform reacției

$$H_2S + Sn = SnS + H_2$$

Sulfură de Staniu — Hidrogen.

Constatăm că reacția are loc fără schimbare de volum, ceia ce e natural, căci dintr'o moleculă de H_2S gazos, rezultă tot o moleculă de H_2: conform legei lui *Avogadro* acestea au același volum Fig. 64.

Metoda aceasta se poate întrebuința și la acidul clorhidric gazos. De data asta avem

$$2HCl + Sn = SnCl_2 + H_2$$

Clorura Stanoară

Din două molecule HCl gazos, obținem numai o *moleculă* H_2, adică volumul se reduce la jumătate.

Hidrogenul sulfurat este *otrăvitor*. Aer care conține 1 parte H_2S la 1500 părți de aer ucide o pasăre; în proporția de 1 la 800 ucide un câne și 1 la 200 ucide un cal.

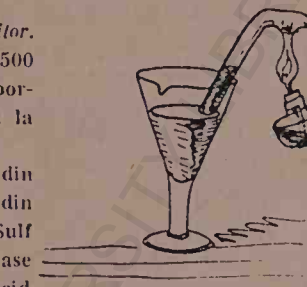


Fig. 64

Umed este oxidat de oxigenul din aer $H_2S + O = H_2O + S$; de aceia din apele minerale sulfuroase se depune Sulf albicios. In contact cu corpurile poroase sulful este oxidat și trecut în acid sulfuric

$$H_2S + 2O_2 = SO_4H_2$$

In stațiunile de ape minerale sulfuroase, pânzele cari sunt muete în ape joacă rol de corpuri poroase; acidul sulfuric produs atacă pânzele.

Bioxidul de Sulf SO_2

Se produce când ardem sulf în aer ori oxigen. In laborator se încălzește strujitură de Cupru cu acid sulfuric într'un balon, prevăzut cu tub abductor, pentru a putea prinde gazul pe mercur. Reacția care are loc poate fi redată astfel:

$$Cu + SO_4H_2 = CuO + SO_3H_2$$

Cuprul *reduce* acidul sulfuric, luându-i oxigen și dând naștere la acid sulfuros SO_3H_2, care *nu-i stabil*, ci se disface conform cu reacția

$$SO_3H_2 = SO_2 + H_2O$$

In același timp oxidul CuO cu SO_4H_2 dă SO_4Cu și apă

$$SO_4H_2 + CuO = SO_4Cu + H_2O.$$

Intr'o singură formulă avem

$$2SO_4H_2 + Cu = SO_4Cu + 2H_2O + SO_2$$

Gazul SO_2 se prinde pe mercur fiind foarte solubil în apă. Trecându-l prin mai multe flacoane cu apă obținem soluție de acid sulfuros.

Este gaz incolor, de miros înăbușitor. Trecut printr'un tub în U prevăzut cu robinete și răcit în sare și ghiață poate fi lichefiat.

Soluția în apă conține acid sulfuros SO_3H_2.

Tratându-l cu KOH avem *sulfiți* și anume

SO_3HK sulfit acid de K sau bisulfit de K

SO_3K_2 sulfit neutru de potasiu.

Acidul s'a produs la dizolvire conform reacției

$$SO_2+H_2O=SO_3H_2$$

Invers, acidul sulfuros se discompune după reacția

$$SO_3H_2=SO_2+H_2O$$

Din cauză că SO_2 se obține din SO_3H_2 prin *eliminarea unei molecule de apă*, s'a dat bioxidului de Sulf și numele de anhidridă *sulfuroasă* (anhidridă = fără apă). Foarte de multe ori vom întâlni corpuri cu dublă numire: *oxid* și *bioxid*, dar și *anhidridă*:

CO_2 bioxid de Carbon, anhidridă carbonică

SO_3 trioxid de Sulf, anhidrida sulfurică.

Anhidridele trec cu apa în acizii corespunzători:

$CO_2+H_2O=CO_3H_2$ acid carbenic

$SO_3+H_2O=SO_4H_2$ „ sulfuric

$SO_2+H_2O=SO_3H_2$ „ sulfuros.

Experiență. O reacțiune care merită a fi arătată este acea a bioxidului de Sulf SO_2 umed, cu H_2S. Un cilindru plin cu H_2S gazos umed se pune peste alt cilindru egal plin *cu* SO_2 umed. Când se scoate placa, care disparte gazurile, acestea se amestică și se depune Sulf

$$SO_2+2H_2S=2H_2O+3S.$$

Așa se explică formarea depozitelor de Sulf din natură.

Acțiunea decolorantă a bioxidului de sulf. — Punem o floare colorată, trandafir, violete într'un cilindru cu SO_2, ori în soluție de SO_2 în apă: Ele sunt decolorate. Colorantul nu-i distrus, cum era în cazul decolorării cu clor; în adevăr, punând floarea decolorată în soluție de acid sulfuric, coloarea reapare. Mătasa, lâna, paele se decolorează cu bioxid de sulf, nu cu clor, care le atacă.

Trioxid de Sulf, Anhidridă sulfurică, SO_3. — Oxigenul luat dela un gazometru este *uscat* prin tuburi cu acid sulfuric; apoi este adus la un flacon *Woulf* cu trei tubuluri, la tubulura A; la B aducem SO_2 preparat într'un balon și uscat; gazurile se usucă încă în flacon, fiind trecute prin acidul sulfuric conc. conținut în flaconul *Woulf* (fig. 65) se aranjază curentul de oxigen așa ca la o bulă de Oxigen care trece prin acidul din C, să avem 2 bule de gaz SO_2. Gazurile amestecate

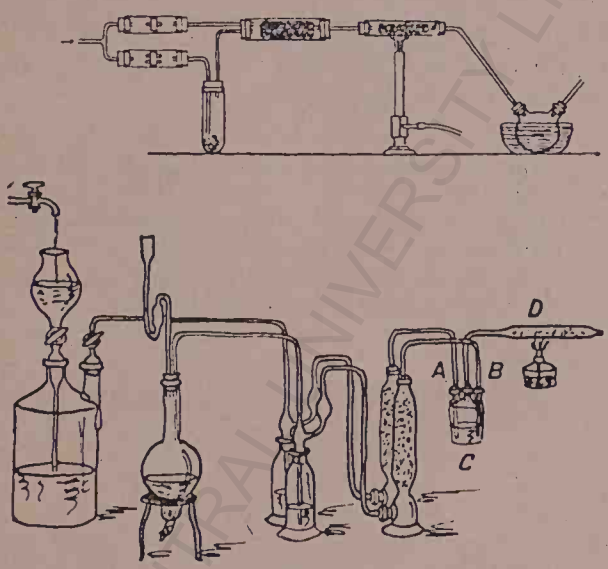


Fig. 65

sunt aduse peste asbest platinat pus în tubul D, pe care-l încălzim. La capătul acestuia esă un fum: acesta este SO_3. Dacă legăm D de un recipient răcit, în acesta se condensează SO_3 solid. Figura de sus este o variantă a aparatului.

Anhidrida sulfurică este un corp alb, cristalizat în prisme strălucitoare. Este foarte avidă de apă; expusă la aer condensează vapoare de apă, dând fum. Aruncată în apă se dizolvă producând un vuet ca acel ce-l face un fer roșu pus în apă. În aceste condiții ea se combină cu apa dând *ac.* sulfuric.

$$SO_3 + HO_2 = SO_4H_2.$$

Procedeul acesta de preparare a trioxidului din SO_2 și O_2 sub influența asbestului platinat încălzit se nu-

meşte *procedeul contactului*. Asbestul platinat joacă rol de catalizator.

Acid sulfuric.

Se cunoştea prin sec. IX; prin sec. 13-lea era cunoscut sub numele de *spirt de vitriol roman*. I s'a spus mai târziu *uleiu* (*oloiu*) *de vitriol*, nume care aminteşte starea lui de lichid oleios şi în acelaş timp faptul că se extrăgea din *vitriol verde* (sulfat feros, calacan).

De sute de ani se obţine sulfatul feros $SO_4Fe.7H_2O$ prin oxidarea *piritelor* (Sulfuri de fer). In acest scop piritele erau adunate în grămezi, udate cu apă şi lăsate la acţiunea oxidantă a aerului; după vreme îndelungată se extrăgeau cu apă atât sulfatul feros cât şi sulfatul de Cupru (rezultat din sulfurile de cupru amestecate cu cele de fer). Prin cristalizări se separau Sulfatul de Cupru şi cel feros.

Incălzind sulfatul feros în aer, el este oxidat şi trecut în sulfat feric hidratat:

$$4SO_4Fe + 2O + 2H_2O = FeSO_4(OH)$$

Dacă acesta este incălzit puternic, are loc reacţia

$$4\,FeSO_4(OH) = 2Fe_2O_3 + 2SO_4H_2 + 2SO_3$$

Ca experienţă de curs se poate face incălzirea, cu suflaiul, într'un creuset de porţelan, în care am pus sulfatul feric hidratat; pentru a conduce trioxidul se potriveşte peste creuset un cap de *pipă* (lulea) din argilă. Din coada pipei ese *fum* abundent, de SO_3 şi SO_4H_2. Conducând fumul cu vaporii într'un balonaş, se condensează un *lichid* care dă fum în aer: acesta este acidul sulfuric *fumant de Nordhausen*, de oarece se prepara în felul acesta la *Nordhausen* în *Sexonia*.

Pe la 1746 erau fabrici de acid sulfuric în Anglia. Astăzi se prepară în industrie în mari cantităţi prin două procedee: 1. procedeul camerilor de plumb; 2. procedeul contactului.

Procedeul camerilor de plumb fig. 66.— Pentru a înţelege procedeul, facem următoarea experienţă: într'un cilindru care conţine soluţie de acid sulfuros se toarnă acid azotic şi ceva soluţie de Clorură de Bariu; se formează

un precipitat alb insolubil în acid azotic; acesta-i sulfat de Bariu. Acidul azotic a *oxidat* acidul sulfuros SO_3H_2 transformându-l în acid sulfuric; acesta cu $BaCl_2$ reacționează conform formulei.

$$SO_4H_2+BaCl_2=SO_4Ba+2HCl$$

Trecerea SO_2 în SO_4H_2 se face și prin oxizii azotului: la combinațiile azotului vom arăta reacțiile cari au loc între acidul azotic și bioxidul de Sulf din soluție. Aici ne mărginim a arăta că oxidarea SO_2 se face în industrie în camere *căptușite cu plumb*. Piritele sunt arse în

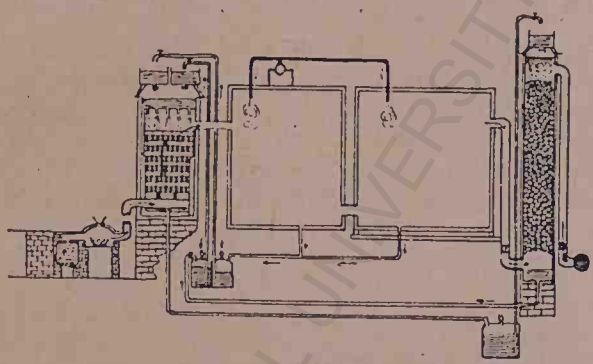


Fig. 66

aer și SO_2 este trecut cu aer mai întâi într'un turn, numit Turnul lui *Glover*. Acesta este căptușit în interior cu cărămizi silicioase în interior se pun pietre mari de Silex și *Cocs*. In turn curge acid sulfuric cu multă apă și care are în disoluțile combinațiile oxigenate ale azotului, cari vor servi la oxidarea SO_2 și pe cari le vom numi vapori nitroși. Gazurile fierbinți intră pe la partea inferioară, acidul rece curge de sus în jos; în aceste condiții acidul se încălzește, luând căldură dela gazuri și apa din ei se evaporează; acidul deci se concentrează; gazurile se răcesc; *vapori nitroși* părăsesc soluția și un amestic gazos de SO_2, vapori nitroși, vapori de apă, aer trec în camerile de plumb unde are loc oxidarea SO_2 și trecerea ei cu apa și Oxigenul dela vaporii nitroși în acid sulfuric. Pentru ca vaporii nitroși oxidanți să nu se piardă, gazurile sunt conduse în turnul dela urmă, numit turnul lui *Gay-Lussac*. In acesta curge de sus în jos acid sulfuric, care dizolvă vaporii nitroși. De aici acidul cu vaporii nitroși este condus în turnul lui *Gay-Lussac*, pentru a reîncepe operațiile de oxidare.

Acidul din camerile de plumb are apă. El trebue concentrat. Astăzi se evită pe cât se poate această operație costisitoare și concentrarea

se face, aducând în acest acid *trioxid de Sulf*, cât trebue, ca să se combine cu toată apa din acid şi să o transforme în acid sulfuric.

2. *Procedeul contactului.* — Se bazează pe proprietatea ce o are SO_2 ca trecut împreună cu aer peste asbest platinat, să se combine cu oxigenul şi să dee SO_3. Fumul format de SO_3 este condus în vase cu acid sulfuric care are apă.

Dacă conducem SO_3 în acid sulfuric concentrat, trioxidul se dizolvă şi dă *acid sulfuric fumant.*

Prin procedeul contactului avem acid sulfuric curat, fără Arsenic. In adevăr, procedeul acesta poate fi întrebuinţat numai cu SO_2 *curăţit* de combinaţiile arsenicului.

Din industrie avem : acid sulfuric concentrat de formula SO_4H_2, acid sulfuric fumant şi acid sulfuric cu apă.

Acid sulfuric concentrat. — Acidul sulfuric conc. este un lichid oleios, fără miros, când este curat şi fără coloare.

Experienţă. 1. Intr'o capsulă de porţelan se toarnă 10 cmc. apă ; 40 cmc. de acid sulfuric se toarnă cu încetul peste apă, agitând cu o baghetă. Când punem un termometru se constată că temperatura s'a ridicat cu mult peste 100^0.

Se repetă experienţa într'o prubetă, reducând cantitatea de apă la vr'o 2 cm.c. şi pe cea de acid sulfuric la vr'o 5 cmc. Cu mâna constatăm că lichidul s'a încălzit puternic.

Dacă am turna picătură cu picătură apă peste acid sulfuric concentrat, căldura dezvoltată ar putea evapora picăturile de apă ; beşicele de vapori rezultate s'ar dilata, aruncând acidul în toate părţile. De aceia se recomandă să se toarne acid în apă şi nu apa în acid.

2. O baghetă de lemn este înmuiată în acid sulfuric concentrat. Lemnul devine negru prin carbonizare.

3. Intr'un pahar cu soluţie caldă şi cât mai concentrată de zahăr în apă, se toarnă cu încetul acid sulfuric concentrat. Din soluţie se separă o masă voluminoasă de cărbune. Acidul sulfuric atacă deci materiile organice, înegrindu-le. El este foarte avid de apă. Absoarbe apa din aer şi din gazuri. De aceea serveşte la uscarea gazurilor. Dacă ar cădea picături de acid sulfuric concentrat pe corpul nostru, el ar ataca pielea, distrugând-o şi producând răni.

Dacă în acid sulfuric concentrat cade colb, (praf) acesta încetul cu încetul este carbonizat, iar acidul capătă coloare din ce în ce mai închisă. Acidul sulfuric este una din substanțele cele mai importante pentru technică și laborator.

Experiență. In două prubete punem acid sulfuric amestecat cu apă (*diluat*). Intr'o prubetă punem o bandă de magneziu, făcută *ghem.* In cealaltă punem zinc granulat. Din ambele se dezvoltă *Hidrogen.* Evaporând în două capsule de porțelan, soluțiile obținute căpătăm cristali de sulfat de Magneziu și Sulfat de zinc: O sare rezultă dar:

a) sau din acțiunea unui acid asupra unui oxid; sau

b) din acțiunea unui metal asupra unui acid. Metalul, pentru a forma sarea, înlocuește hidrogenul din acid. In acelaș fel a reacționat Zincul cu acid clorhidric, și Cuprul cu hidrogen sulfurat. De aceia clorura de Zinc, sulfura de cupru pot fi considerate ca săruri.

Cu metalele monovalente acidul sulfuric formează două feluri de săruri.

SO_4HK sulfat acid de K, bisulfat de K, sulfat monopotasic.

SO_4K_2 sulfat neutru de K, sulfat bipotasic. Sulfații neutri sunt stabili la încălzire. Incălzind însă un sulfat acid el pierde apă, conform reacției

$$2\ SO_4HK = H_2O + S_2O_7K_2$$

Prin *anhidrizarea* a două molecule de bisulfat se obține sarea acidului *pirosulfuric*, $S_2O_7H_2$. Nici pirosulfatul nu-i stabil la încălzire mai puternică, căci el pune în libertate SO_3 și se transformă în sulfat stabil

$$S_2O_7K_2 = SO_3 + SO_4K_2$$

Reacția aceasta servește chiar la prepararea trioxidului de Sulf SO_3.

Când avem SO_4H_2 în soluție și-l tratăm cu sol. $Ba\ Cl_2$ se precipită SO_4 Ba *insolubil* în apă acidulată.

$$SO_4H_2 + BaCl_2 = SO_4Ba + 2\ HCl$$

Reacția aceasta este *caracteristică* și pentru sulfați.

Exerciții: 1. Turnăm apă de clor peste Sol. SO_3H_2. Are loc reacția

$$SO_3H_2 + H_2O + Cl_2 = 2HCl + SO_4H_2.$$

Prezența SO_4H_2 se arată cu $BaCl_2$.

2. Ce rezultă din SO_3H_2 și I?

$$SO_3H_2 + I_2 + H_2O = 2HI + SO_4H_2$$

3. $SO_3H_2 + \text{Ozonă} \rightarrow SO_4H_2$

$$SO_3H_2 + H_2O_2 \rightarrow SO_4H_2$$

4. Soluția SO_3H_2 peste soluție $MnO_4K + H_2SO_4$ în apă.

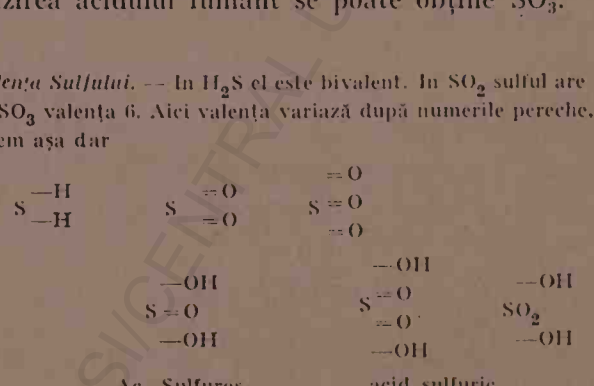
$$2MnO_4K + 3SO_4H_2 = 2\ SO_4Mn + SO_4K_2 + 3H_2O + 5O.$$

Oxigenul transformă SO_3H_2 în SO_4H_2 și soluția de permanganat este decolorată.

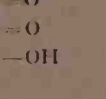
Acidul sulfuric diluat se obține turnând SO_4H_2 conc. în apă (nu invers).

Acidul sulfuric fumant. — Este acid sulfuric concentrat în care am dizolvit SO_3. Pe vremuri acest acid se prepara prin distilarea sulfatului feros, încălzit prealabil în aer. Se numea acid sulfuric de *Nordhausen*. Din încălzirea acidului fumant se poate obține SO_3.

Valența Sulfului. — În H_2S el este bivalent. În SO_2 sulful are valența 4, în SO_3 valența 6. Aici valența variază după numerile pereche, 2, 4, 6. Avem așa dar



Pentru acidul sulfuros, în unele reacții, se admite formula asimetrică



Pentru acid pirosulfuric avem

$$\begin{matrix} -OH \\ SO_2 \\ -OH \\ -OH \\ SO_2 \\ -OH \end{matrix} = H_2O + \begin{matrix} -OH \\ SO_2 \\ \\ O \\ \\ SO_2 \\ -OH \end{matrix}$$

—OH, ac. pirosulfuric.

METALOIZI TRIVALENȚI

N, P, As, Sb, Bi; B. Cei dintâi cinci formează o familie naturală, căci se asamănă prin proprietățile lor. Borul B ocupă un loc aparte.

Azotul.

Am văzut că poate fi izolat din atmosferă, combinând oxigenul cu diferite substanțe ca P, H, Fe, Cu, Hg, acid pirogalic și KOH. Din aer lichid prin distilare fracționată se separă azotul de Oxigen. Acest azot se *numește azot atmosferic*. La 0° și 760 mm presiune un litru de azot atmosferic cântărește 1,2572 gr.

Azot pur. — Din încălzirea azotitului de amoniu avem *azot pur*

$$NO_2 NH_4 = 2H_2O + N_2$$

De asemenea rezultă *azot curat* din numeroase reacții ale combinațiilor organice.

La 0° și 760 mm un litru de azot curat cântărește 1,2521.

Deosebirea de greutate, care se arată la *zecimala a treia*, a făcut cum știm pe Lord Rayleigh și W. Ramsay să întreprindă cercetări experimntale, cari au condus la descoperirea *Argonului*. Descoperirea aceasta constitue *„triumful zecimalei a treia"*.

La temperatura ordinară moleculele azotului sunt biatomice N_2. Acest azot intră cu greu în reacțiuni chimice. N_2 este azotul *inert*. Sub influența discărcărilor electrice, la presiune joasă, azotul devine *activ*,

intrând uşor în combinaţiuni cu alte elemente. Tot aşa la temperatură înaltă. Căldura şi descărcările electrice disociază moleculele N_2 în atomi N: atomii N se combină uşor cu alte elemente, formând *azoturi*: azotura de Magneziu, de bor, Siliciu.

Azotul din atmosferă este fixat de terenurile agricole şi plante sub formă de combinaţii; intervin în această trecere a azotului în combinaţii *organisme microscopice*, cari se dezvoltă fie în *sol* (teren), cum sunt *algele verzi*, fie pe rădăcinile unor *leguminoase*.

Azotul dă naştere la numeroase combinaţii. Cu H formează amoniacul NH_3. Cu oxigenul formează numeroşi Oxizi, a căror numire o dăm aici

N_2O	protoxid de azot sau oxid azotos
NO	bioxid de azot „ „ azotic
N_2O_3	trioxid „ „ „ „ anhidridă azotoasă
$N_2O_4 = 2NO_2$	tetraoxid de azot peroxid de azot NO_2
N_2O_5	Pentaoxid de azot sau anhidridă azotică
NO_3	*anhidridă perazotică.*

Combinaţia cea mai importantă a azotului cu O şi H este acidul azotic NO_3H.

Amoniacul. NH_3

In comerţ se vinde sub numele de ţipirig un corp alb, pulberulant, care se prepară în cantităţi mari în uzinele de gaz aerian, produs prin distilarea *huilei*, gaz care serveşte la luminat.

Experienţă. Dacă amestecăm ţipirig cu oxid, cum ar fi varul (ori oxid de sodiu, de potasiu etc.) într'o prubetă şi încălzim, constatăm că se dezvoltă un corp gazos cu miros înţepător şi pătrunzător care înalbăstreşte hârtia roşie de turnesol. Acest gaz se numeşte *amoniac*. El are reacţie *alcalină* ori *bazică*. Dacă apropiem de gura unei prubete din care ese amoniacul, o baghetă de sticlă muiată în soluţie concentrată de acid clorhidric, se vede că se formează un fum alb. Tot aşa dacă de gura prubetei apropiem deschiderea unui flacon cu acid clorhidric conc., vedem acelaş fum. S'a constatat că fumul format este *ţipirig*. $NH_3 + HCl = NH_4Cl$. *Ţipirigul*

este deci format din amoniac şi acid clorhidric. I se mai spune şi *clorură de amoniu*; formula NH_4Cl.

Prepararea amoniacului. — Aparatul format dintr'un balon şi flacoane spălătoare, serveşte la prepararea unei soluţii de amoniac. Reacţia este

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2H_2O + CaCl_2 + 2NH_3$$

In balon punem un amestec de 100 gr. var stins şi 50 gr. ţipirig. Încălzim pe o bae de nisip. Gazul, trecând prin flacoanele spălătoare, se dizolvă şi căpătăm soluţie de amoniac. Disfăcând flacoanele cu soluţie, prindem gazul sau pe mercur sau, mai bine, prin dislocuirea aerului. De oarece gazul este mai uşor decât aerul, îl conducem într'un cilindru uscat ţinut cu gura în jos, cum arată figura 67. Umplem mai mulţi cilindri cu gaz amoniac.

Proprietăţi. Amoniacul este gaz incolor, cu miros înţepător caracteristic. Este foarte solubil în apă.

Experienţă. Prindem gazul pe mercur, într'o prubetă şi introducem o bucăţică de ghiaţă. Gazul se dizolvă în apa lichidă de la suprafaţa

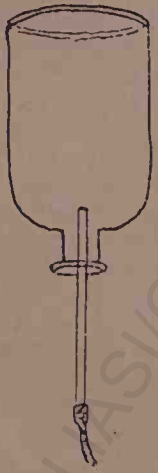


Fig. 67

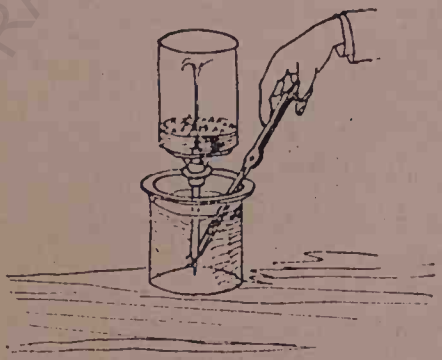


Fig. 68

gheţei şi mercurul se ridică în sus. Dacă voim să introducem apă lichidă în prubetă, trebue să lucrăm cu atenţiune, căci mercurul este aruncat în sus cu atâta putere, încât poate sparge prubeta. Se

poate face experiența și altfel. Umplem un flacon cu amoniac gazos. Îl astupăm repede cu un dop, prin care trece un tub subțiat la capăt. fig. 68. Unul din capetele subțiete este închis. Punem capătul sub închis apă colorată în roș prin turnesol cucă teva picături de acid. Rupem apoi vârful cu un clește; cu un burete ținut în apă cu ghiață răcim fundul al flaconului. Mai putem face răcirea, lăsând să cadă câteva picături de eter pe acest fund. Imediat apa se ridică în sus și dizolvînd gazul se produce o scădere de presiune așa de mare, încît apa țâșnește sub forma unui *joc de apă*. Coloarea soluției se schimbă. Amoniacul are reacție alcalină.

Amoniacul nu arde în aer și nici nu întreține arderea. Ne convingem despre aceasta apropiind o flacără de gura unei prubete umplută cu amoniac gazos.

Incălzind soluția de amoniac, gazul părăsește soluția. Gazul răcit și supus la presiune se preface în lichid. Dacă scade presiunea, lichidul ferbe dând amoniac gazos. Ferberea amoniacului lichid se face cu absorbție de căldură.

Proprietățile de mai sus au fost utilizate de *Carré*, pentru a face o mașină care să solidifice apa. Este o mașină de răcit. Figura alăturată 69 arată mașina lui *Carré*. In A se pune soluția de amoniac și se încălzește, pe când vasul B este pus în apă rece. Gazul esă din soluția A și dă lichid în B. Punem apoi partea A în vasul cu apă rece In apa rece gazul se dizolvă puternic: lichidul din B intră în fierbere și spațiul D este puternic răcit. In D punem corpurile cari urmează a fi supuse unei răciri mari. Dacă în D punem o prubetă cu apă, după câtva timp apa îngheață.

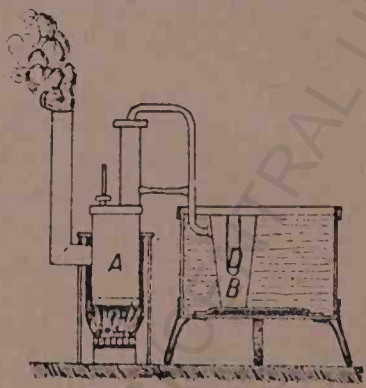


Fig. 69.

Experiență. Se umple un cilindru cu amoniac gazos și un alt cilindru, tot așa de mare, cu acid clorhidric gazos. Se așază ambele vase unul peste altul gură la gură și se scoate placa de sticlă. Cilindrele se umplu cu un fum alb, care-i *fipirigul*. Combinarea celor două

substanțe gazoase dă naștere la un corp solid, solubil în apă și de reacție neutră.

$$HCl + NH_3 = NH_4Cl$$

Dacă neutralizăm o soluție de amoniac cu o soluție de acid clorhidric și dacă evaporăm pe bae mariană soluția neutralizată, obținem din nou *țipirig* în stare solidă. Tot așa după neutralizarea unei soluții de amoniac cu soluție de acid sulfuric, căpătăm prin evaporare o substanță solidă. Substanțele astfel căpătate sunt săruri. Din acid clorhidric și amoniac obținem *clorura de amoniu*, sau țipirig; din acid sulfuric și amoniac obținem *sulfat de amoniu*. S'a preparat tot așa *azotat de amoniu*, etc. Spre deosebire de neutralizarea KOH+HCl, când rezultă o sare KCl și apă, aici avem numai formare de *sare*, fără apă.

Compoziția amoniacului

Experiența. Intr'o prubetă se pune un amestec de 3 gr. hidroxid de potasiu și 20 gr. pulbere de fier, cari au fost bine amestecate într'o piuliță de porțelan. Incălzim prubeta și constatăm că se degajă din ea Hidrogen.

Experiența II. Intr'o piuliță se amestecă bine 10 gr. pulbere de fier cu 1 gr. de azotat de potasiu *uscat*. Amestecul îl punem într'o prubetă și incălzim. Gazul dezvoltat nu întreține arderea; este *azot*.

Experiența III. Se fac acum la un loc cele două experiențe. Intr'o piuliță se amestecă bine 10 gr. pulbere de fer, 3 gr. hidroxid de potasiu și 1 gr. azotat de potasiu uscat. Amestecul pus într'o prubetă, prin încălzire dă amoniac gazos, pe care-l recunoaștem și după miros și după reacția cu hârtia roșie de turnesol, ori cu soluție concentrată de acid clorhidric pusă pe un baston de sticlă.

Amoniacul este deci format din Hidrogen și azot. Compoziția aceasta s'a putut arăta și în alt mod. Ne servim pentru aceasta de un *eudiometru*, (fig. 70), este format dintr'un tub de sticlă, în cari sunt topite două fire de platină. Il umplem cu mercur, îl răsturnăm pe o cuvă cu mercur și introducem în tub un amestec de azot și hidrogen. Trecem apoi scântei electrice de la o bobină de inducție *Ruhmkorff*. Se constată că din unirea celor două gazuri se formează amoniac. Dacă, din contră, introducem în eudiometru *amo-*

niac gazos, prin trecerea scânteielor electrice volumul creşte şi în gaz avem acum hidrogen şi azot.

De oarece amoniacul are hidrogen, putem să încercăm să-l ardem

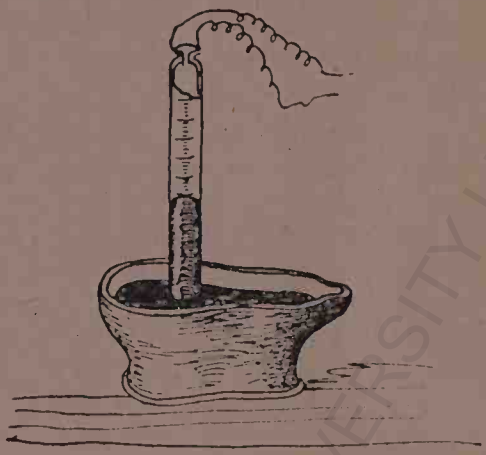


Fig. 70

cu oxigen (în aer de temperatura ordinară nu arde). Pentru asta introducem într'un balon soluţie de amoniac, o încălzim şi lăsăm să treacă

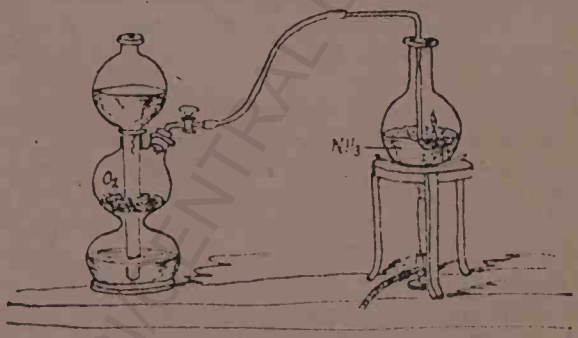


Fig. 71

bule de oxigen, dintr'un aparat Kipp ori gazometru (fig. 71). Îndată ce apropiem o flacără de gura balonului amestecul gazos de oxigen şi amoniac se aprinde.

In experienţele de mai sus am văzut că o *bază* (hidroxid de potasiu, oxid de calciu) poate scoate din sărurile ei

altă bază, *amoniacul*. Zicem că hidroxidul de potasiu, ori oxidul de calciu sunt baze *mai tari*, decât amoniacul. Cu modul acesta s'ar putea face o listă, în care să fie înşirate bazele după *tărie*.

Dacă gazul amoniac este puternic încălzit, el poate arde şi-n aer. In acest scop ne folosim de aparatul arătat în figura 72. Din balon punem în libertate amoniac ferbând o soluţie cât mai concentrată de amoniac. Gazul este dus prin tubul de sticlă *ab* subţiat la capătul *b*. Tubul este încălzit puternic în *b*, cu o lampă, foarte aproape de vârful *b*. Aprinzând gazul care ese prin vârful *b*, el arde în aer cu o flacără galbenă-verzie.

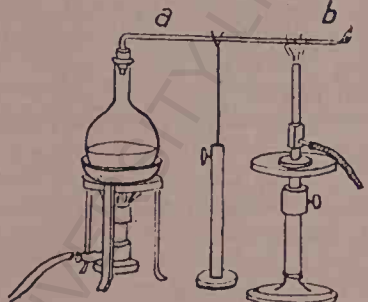


Fig. 72

In industrie se prepară amoniac combinând direct azot cu hidrogen la presiune de 200 atm. (Haber), sau 1000 atm. (Claude). Amestecul gazos sub presiune este trecut peste combinaţii de fer, ori de Uran încălzit. Aceste substanţe nu sufăr schimbări, dar în prezenţa lor se formează mari cantităţi de amoniac (catalizatori).

Se mai prepară amoniac în industrie, din azoturi şi apă, sau Calciumcianamidă şi apă. Amoniacul are numeroase întrebuinţări. In primul loc poate fi transformat industrial în acid azotic şi acesta în azotaţi. Azotaţii adăogaţi la pământ ca îngrăşăminte sunt întrebuinţaţi de plante pentru formarea sintetică a materiilor albuminoase, fără de cari nu poate exista viaţa. Animalele iau albuminoasele din plante.

In loc de a transforma industrial amoniacul în acid azotic, îl trecem în săruri de amoniu pe cari le adăogăm la ogoare, ca îngrăşăminte. In pământ există bacterii cari transformă azotul amoniacal în acid azotic, unindu-l cu oxigenul. Din acidul format şi potasiul din combinaţiile cari există în pământ se formează azotat, care se dizolvă în apă şi este absorbit de plante. In loc de azotaţi ori săruri de amoniac se pot adăoga ca îngrăşăminte pământului şi resturi animale, cari au azot. Acestea prin acţiunea bacteriilor trec azotul în azotaţi.

Se poate utiliza şi azotul direct din aer. Prin combinare cu unele substanţe (carbură de calciu) el este trecut într'o combinaţie (calciumcianamida), care cu apa din pământ dă amoniacul necesar îngrăşămintelor. Fabrici de calcium cianamidă avem în ţară la uzinele „Nitrogen" din *Diciosânmartin*. Săruri de amoniu (şi anume sulfat) se fabrică la *Lupeni* şi *Anina*.

Azotaţi. Acid azotic. *Lectură*

Am văzut că în toate pământurile arabile există azotaţi şi că plantele nu pot creşte fără asemenea substanţe. Am mai văzut că se produc din resturi de animale, ori din combinaţii amoniacale sub acţiunea unor bacterii *„fermenţi nitrici"*. În pământ cantitatea azotaţilor este mică. Dar dacă resturile de animale sunt în cantitate mare şi terenurile sunt bazice se pot produce *cantităţi mari de azotaţi*.

Acest proces este de cea mai mare importanţă căci în felul acesta azotul din plantele şi animalele moarte este trasnformat în azotatii din pământ. cari servesc la creşterea plantelor.

In Chili există depozite bogate de azotat de sodiu, numit şi *Salpetru de Chili*. In genere azotaţii se produc în ţările calde. In regiunile unde nu plouă, *azotatul de sodiu* rămâne în pământ, căci nu-i luat de ape. In ţările cu ploi abundente, azotatul de sodiu format, foarte solubil, este dus de ape. Din contra, dacă se formează azotatul de potasiu, mai puţin solubil, el rămâne în pământ după ploi abundente. De aceia în India a putut rămânea acest azotat de potasiu: ploile abundente îl aduc la suprafaţa pământului, unde, după evaporare, el se depune ca *efloreşcentă* (pătură albă formată din săruri); sub nume de *salpetru brut* era vândut. Prin sec. 8 un alchimist *Geber* vorbeşte despre azotat de potasiu, căruia îi spune *sal petrae*; mai târziu alţii i-au spus *salnitri*. Există şi un azotat de Calciu, care se depune pe pereţii grajdurilor şi a closetelor.

In India de răsărit, Bengal, se scoate salpetru din pământul din apropierea locuinţelor, peste care s'a vărsat urina oamenilor şi animalelor. Acolo există o *castă*, ai cărei membri se ocupă cu strângerea şi curăţirea salpetrului. *Sorawallach-ul* (Sora = Salpetru) merge din sat în sat şi cercetează şanţurile de scurgere de pe lângă pereţi, săpate în jurul locuinţelor. Cum vede o pătură cristalină, o ia, o duce acasă, şi o depune în vase de lut, cu apă ori cu soluţie de salpetru, provenită de la o altă extragere. Când soluţia este destul de concentrată o lasă să se evaporeze în capsule mari, late. După depunerea salpetrului, prin evaporare mai departe, obţine sare. Aşa se lucrează din generaţie în generaţie.

In diferite ţări ale Europei sau în alte părţi, se obţinea salpetrul imitând procedeul natural. In aşa numitele *plantaţii de salpetru* se amestecă resturi animale, materiile din closete, cu material pământos, lemne, cenuşă. Se fac mari grămezi, peste cari se toarnă din timp în timp urina ce se scurge din grajdurile de animale şi care se strânge în cisterne anume făcute pentru asta. După doi ori trei ani se extrag din pătura exterioară cu apă sărurile produse şi la evaporare se depun azotaţi de potasiu, calciu, magneziu. Aceştia se dizolvă din nou şi se tratează cu leşie. Se obţine azotat de potasiu.

Se mai obține azotat de potasiu și din salpetru de Chili, prin tratare cu clorură de potasiu.

Azotatul de potasiu sau *salpetrul* sau *silitra* are întrebuințări numeroase. In primul loc am menționat rolul lui în agricultură. Pe o scară mai întinsă el este întrebuințat la fabricarea *prafului de pușcă cu fum.*

Praful de pușcă. — Se amestecă 75% azotat de potasiu, cu 10% sulf în pulbere și 15% mangal pulverizat. In contact cu un corp aprins amestecul acesta face *explozie.* Cercetările au arătat că din arderea acestei pulberi rezultă azot și bioxid de cărbune sub formă gazoasă, rămânând cam 55% rest solid.

Sulful se găsește în acest amestec solid sub formă de sulfat și de sulfură de potasiu. Oxigenul necesar arderei este dat de azotatul de potasiu. Pulberea se poate aprinde și prin lovitură cu un corp dur.

Pentru a arăta că azotatul de potasiu cedează Oxigen, punem într'o prubetă circa 0.5 gr. de azotat și încălzim în flacără până ce substanța se topește. Peste corpul topit lăsăm să cadă o bucățică mică de mangal, înroșit prin ținerea într'o flacără; cărbunele acesta arde cu putere la atingerea cu azotatul lichid. De asemenea dacă lăsăm să cadă în lichid pulbere de sulf (*foarte puțin*), ea se aprinde. Vezi Nota dela pag. 6.

Pulberea presată în cartușe este aprinsă prin lovirea pe capsă (petiță). Flacăra produsă dă foc prafului. Temperatura de ardere este cam de 2000°. Gazurile rezultate au la această temperatură o presiune enormă, care aruncă glontele. O dată cu eșirea substanțelor gazoase se împrăștie și părticele foarte mici de corp solid, sulfat de potasiu mai ales. De aceia o dată cu explozia se vede fum.

Acid azotic.—Intr'o retortă fig. 73 încălzim cu încetul azotat de sodiu ori de potasiu cu acid sulfuric concentrat. Gâtul retortei vine într'un balon răcit cu apă. Se constată că în balonul se condensează acid azotic lichid, de obiceiu de coloare gălbue. Curat acidul azotic este fără coloare. Dar el se discompune ușor. Chiar lumina îl discompune. Este un corp care cedează ușor oxigen. Intr'o prubetă cu acid azotic concentrat lăsăm să cadă o bucățică de mangal incandescent, ori un chibrit

a cărui flacără am stins-o, iar capătul este încă roşu. Se va vedea că mangalul arde puternic. Se mai pot lăsa (sub nişă) câteva picături de acid azotic concentrat peste o bucată de mangal incandescent.

Acidul azotic atacă materiile organice. Un dop de plută pus în acid capătă coloare galbenă. Din cauza acestor proprietăţi trebue să ne păzim de acidul acesta,

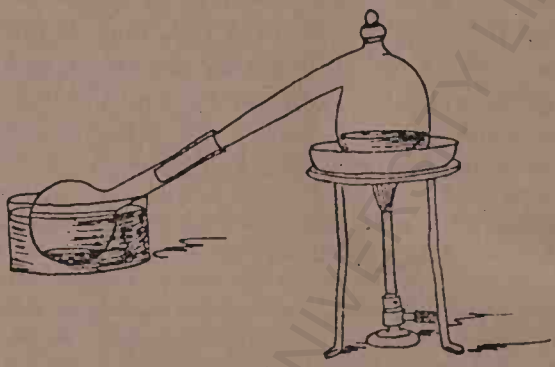


Fig. 73

care atacă pielea, hainele etc.... dacă din întâmplare cade pe dânsele.

După concentrarea lui şi după oxizii dizolvaţi în el acidul azotic se găseşte în laborator sub diferite forme. Aşa avem :

a) Acid azotic concentrat; lichid incolor, când este curat; cele mai de multe ori sufere discompunere sub acţiunea luminei şi a substanţelor organice cari cad în el odată cu praful din aer; atunci este gălbui. Compoziţia corespunde formulei NO_3H. In aer dă fum.

b) *Acid amestecat cu apă.* — Este mai rezistent.

c) Când acidul concentrat conţine dizolvit în el mult peroxid de azot, el este fumant, dă şi vapori roşietici; coloarea lichidului este de asemenea roşietică-brună. Se numeşte *acid azotic fumant roşu.*

Reacţiile acidului azotic atârnă de acidul pe care-l întrebuinţăm. Aşa, turnând câteva picături de acid azotic

fumant roşu într'un cilindru în care avem H_2S, acesta este discompus energic, cu slabă explozie; se separă Sulf şi rezultă nouri colorați cari conțin oxizi de ai azotului. (Atenţiune multă; reacţia sub nişă).

In genere acidul azotic oxidează corpurile, cu cari vine în contact, dându-le oxigen, iar el este redus.

Productele rezultate din reducerea acidului azotic atârnă de corpul reducător.

a) Dacă reducem cu amoniac, obţinem N_2O, Oxid azotos. Pentru aceasta încălzim azotat de amoniu

$$NO_3NH_4 = N_2O + 2\ H_2O$$

b) Dacă turnăm NO_3H cu apă, peste strujitură de Cupru, din reducere se obţine oxidul azotic NO (bioxid de azot)

$$_2NO_3H + Cu = (NO_3)_2Cu + H_2$$

$$_2NO_3H + 3H = 2NO + 4H_2O$$

c) Dacă încălzim acid azotic cu amidon, arsenic, se obţine prin răcire un lichid albăstrui în care este N_2O_3.

Atât acidul azotic, cât şi azotaţii au numeroase întrebuinţări în technică: la prepararea diferitelor feluri de explozibile, praf de puşcă cu fum, fără fum etc...; azotaţii sunt întrebuinţaţi ca îngrăşăminte agricolă. De aceia înţelegem de ce s'au făcut sforţări.

1. de a combina azotul cu oxigenul din atmosferă şi a le transforma împreună cu apa în acid azotic

2. de a transforma azotul din amoniac în acid azotic şi azotaţi.

S'a produs astfel o, technică a acidului azotic.

Pentru a arăta importanţa acidului azotic, dăm câteva detalii cu privire la consumarea lui .In Franţa se produc anual 5 milioane de kgr. de acid azotic, care serveşte la prepararea unor azotaţi (de *Ag*, *Pb*, *Hg*, *Cu*), apoi la fabricarea acidului sulfuric, ac. arsenic, a explosibililor ca nitro-glicerina, fulmicoton, acid picric, fulminat de mercur. Mari cantităţi de acid azotic se consumă la spălarea suprafeţelor obiectelor de cupru, bronz, alamă, etc... *gravură pe cupru.*

Gravura cu apă tare. — Se acopere suprafaţa obiectului de cupru cu o pătură de ceară, depusă din soluţie de ceară în esenţă de terebentină. Se face desemnul care trebue reprodus prin *decalcare* şi cu un *vârf fin* se desenează în ceară, eliberând astfel părţi din cupru de depozitul de ceară. Se tratează apoi cu acid azotic diluat, care *roade* cuprul; se spală suprafaţa şi se dizolvă restul de ceară în esenţa de terebentină. Avem acum desemnul *săpat* în cupru.

Oxizii azotului. — Dăm compoziția lor în greutate.

N_2O	(protoxid de azot, oxid azotos)	28	gr. azot și	8	Oxigen
NO	(bioxid de azot, oxid azotic	28	,, ,,	16	,,
N_2O_3	Trioxid de azot	28	,, ,,	24	,,
N_2O_4	tetraoxid, peroxid,	28	,, ,,	32	,,
N_2O_5	Pentaoxid	28	,, ,,	40	,,
NO_3	anhidrida perazotică	28	,, ,,	48	,,

Este cel mai frumos exemplu al legii proporțiilor multiple; cantitatea de azot fiind 28 gr., cantitățile de oxigen raportate la dânsa variază ca numerile 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Mai amintim că *oxidul azotic* (bioxid de azot) NO imediat ce vine în contact cu aerul trece în NO_2 de coloare *roșie*. $NO+O=NO_2$ atragem atenția asupra următoarelor reacțiuni:

a) N_2O_3 se mai numește și *anhidridă azotoasă*, cu apa trece în NO_2H (acid azotos)

$$N_2O_3+H_2O=2NO_2H$$

Invers, prin eliminare de apă din două molecule de acid azotos avem N_2O_3 *anhidrida azotoasă.*

Eliminarea de apă din *acid azotic* conduce la

b) N_2O_5, care se numește și *anhidridă azotică*

$$2\,NO_3H=H_2O+N_2O_5$$

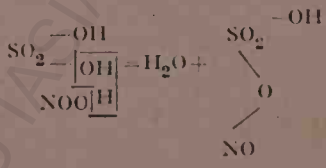
Invers, N_2O_5 cu apa trece în NO_3H.

c) Se poate face anhidrizare și din 2 acizi deosebiți; avem atunci o *anhidridă mixtă*

$NO_3H+NO_2H=H^2O+N_2O_4$ tetraoxid de azot.

Tetraoxidul de azot este o *anhidridă mixtă*, a acidului azotos și azotic și cu apa N_2O_4 trece în amestecul acestor doi acizi dizolviți în apă.

d) O *anhidridă mixtă* importantă este acea dintre acidul sulfuric și acid azotos; anhidrida rezultată se numește acid *nitrosilsulfuric* și apare sub forma de *cristali* (în camerile de Plumb la fabricarea acidului sulfuric) pe pereții unui cilindru plin cu SO_2, când în el turnăm HNO_3 concentrat.



Pe care îl scrim $SO_2{<}^{OH}_{ONO}$ (ac. nitrosilsulfuric). Acesta cu apă, dă reacția inversă: formează acid sulfuric și acid azotos.

Cunoaşterea acestor reacţii ajută la înţelegerea schimbărilor chimice cari au loc în camerile de piumb la fabricarea acidului sulfuric.

Procese chimice în camerile de plumb. — Procesele acestea sunt diferite, după natura oxizilor de azot, cari iau parte la reacţie şi după cantitatea lor şi a vaporilor de apă. In teză generală combinaţiile oxigenate ale azotului, pe cari le-am numit *vapori nitroşi*, cedează O, care transformă SO_2 cu apa în acid sulfuric.

$$SO_2+O+H_2O=SO_4H_2$$

Compuşii oxigenaţi ai azotului, cari cedează oxigen pot fi:

a) NO_3H; acesta ar adiţiona SO_2 şi ar da un compus intermediar *ac. nitrosilsulfuric* (cristalii din camerile de plumb)

$$SO_2+HNO_3=SO_2\begin{matrix}-OH\\-ONO\end{matrix}\quad\text{(ac. nitrosil sulfuric).}$$

Apa discompune acest compus

$$SO_2\begin{matrix}-OH\\-ONO\end{matrix}+H_2O=\begin{matrix}SO_4H_2\\NO_2H.\end{matrix}$$

Dar anhidrizarea acidului azotos conduce la N_2O_3.

b) Un compus care apare în reacţii este deci N_2O_3.

Acesta cu $SO_2+H_2O+N_2O_3=SO_4H_2+2NO$ (1)

c) NO cu O trece în NO_2

$$NO+O=NO_2$$

NO_2 este oxidant. Şi el trece SO_2 cu apa în SO_4H_2

$$SO_2+NO_2+H_2O=SO_4H_2+NO \qquad (2)$$

NO cu O trece din nou în NO_2 şi reacţiile se repetă. O cantitate anumită de oxizi N_2O_3, NO, NO_2 servesc să treacă la infinit SO_2 cu apa în SO_4H_2. Sunt şi alte reacţii cari pot servi ca bază a explicării.

Ca reacţii fundamentale pentru oxidarea SO_2 în SO_4H_2 pot fi luate

I $\quad SO_2+H_2O+N_2O_3=SO_4H_2+2NO$

sau

II $\quad SO_2+H_2O+NO_2=SO_4H_2+NO.$

Teoria completă (*încă nu-i definitiv stabilită*) arată că ar fi posibile şi alte reacţii.

Fosforul. P.

In 1669 alchimistul *Brandt* din Hamburg a arătat că încălzind resturile solide ce rămân de la evaporarea urinei, cu nisip într'o retortă de argilă se obţine o masă

ale cărei fragmente la întuneric dau *lumină*. De aici numele de *fosfor* dat elementului, care produce această lumină (greceşte φώς=lumină, *for* tot din greceşte *purtător*).

Mai târziu s'a arătat că poate fi preparat din *oase*. Pentru a înţelege prepararea lui, vom căuta să-i arătăm principalele combinaţii. Cu hidrogenul, fosforul dă naştere la mai multe combinaţii. Una din ele de formula PH_3 este un gaz, care arde, numit *Hidrogen fosforat gazos*. O a doua combinaţie este hidrogenul fosforat lichid. $PH_2—PH_2$

Acesta în contact cu aerul se aprinde de la sine.

Cu clorul avem PCl_3 triclorură de fosfor lichidă şi PCl_5 pentaclorură, solidă. Se vede că P are valenţa variabilă şi anume 3 sau 5.

Când încercăm să dizolvim clorurile în apă, se constată că apa le atacă. Din PCl_3 cu apă avem

$$PCl_3+3HOH=3\ HCl+PO_2H_3 \text{ acid fosforos.}$$

PCl_5 este atacată de apă astfel:

$$PCl_5+H_2O=POCl_3+2HCl$$

oxiclorură
de fosfor,
corp lichid.

Pentru structura ei trebue să admitem P pentavalent

$$\begin{array}{c} —Cl \\ O=P—Cl \\ —Cl \end{array}$$

Dacă oxiclorura o tratăm mai departe cu apă are loc reacţia

$$POCl_3+3H.OH=3\ HCl+OP\ (OH)_3$$

Compusul PO_4H_3 care are structura

$$\begin{array}{c} —OH \\ O=P—OH \\ —OH \end{array}$$

se numeşte *acid fosforic.* Cei trei atomi de H pot fi înlocuiţi pe rând cu metale. Cu metalele monovalente, K ori N*a*, obţinem trei feluri de fosfaţi.

PO_4H_2K fosfat primar de K, fosfat monopotasic. PO_4HK_2 fosfat secundar de K, sau fosfat bipotasic PO_4K_3 fosfat terţiar de K sau fosfat tripotasic. Cu calciul avem iarăşi cele 3 feluri de săruri, fosfat primar, secundar şi terţiar de *Calciu.* Formula fosfatului terţiar de calciu este

$$\begin{matrix} PO_4{=}Ca & & \\ & \rangle Ca & = (PO_4)_2Ca_3 \\ PO_4{=}Ca & & \end{matrix}$$

Există în natură fosfat tricalcic (terţiar), numit *fosforită.* Există apoi alţi fosfaţi mai complicaţi : *Apatite* etc...; în oase există fosfat tricalcic.

Pentru prepararea fosforului se amestecă fosfat tricalcic, cu nisip şi cărbune, toate fin pulverizate şi amestecate intim. Se încălzesc cu ajutorul unui *arc voltaic,* deci într'un cuptor (furnal) electric. Are loc reacţia :

$$2\ Ca_3(PO_4)_2 + 6\ SiO_2 + 10C = 6\ CaSiO_3 + 10CO + 4P.$$

Fosforul care distilează este condensat sub apă.

Fosforul obicinuit este incolor sau slab colorat în galben. La temperatura ordinară este moale. Poate fi tăiat cu cuţitul. Se ţine în vase de sticlă sub apă, căci dacă îl încălzim în aer se topeşte la 44^0 şi se aprinde uşor (50^0). Fosforul este foarte otrăvitor.

Putem arăta experiemntal că fosforul se aprinde uşor în felul următor :

1. Dizolvim o bucăţică mică de fosfor în sulfură de cărbune. Inmuem o bucată de hârtie de filtru în lichid şi o atârnăm de un suport în aer. Prin evaporarea sulfurei de carbon hârtia se usucă, dar imediat fosforul rămas împrăştiat pe hârtie se aprinde şi hârtia arde. Se vede că în aceste condiţii fosforul se aprinde *de la sine* în aer.

2. Intr'un pahar conic cu picior punem o,bucăţică de fosfor, peste care turnăm apă. Lăsăm să cadă peste bucăţica de fosfor sub apă câţiva cristali de clorat de potasiu. Cu o pipetă al cărei capăt îl vârâm sub apă aproape de clorat şi de fosfor, lăsăm să cadă peste dânsele,

picătură cu picătură, acid sulfuric concentrat. Constatăm că în aceste condiţii fosforul arde sub apă.

3. Intr'o prubetă punem o bucăţică mică de fosfor, apă şi încălzim *uşor*, aşa ca fosforul să se topească sub apă. Cu un tub abductor aducem Oxigen la suprafaţa fosforului topit : fosforul se aprinde şi arde sub apă în atingere cu Oxigenul.

Fosforul pe care l-am descris este *fosforul ordinar*. Cum vedem el este *otrăvitor* şi se aprinde uşor.

Dacă fosforul ordinar îl lăsăm sub apă expus la acţiunea luminei, el se colorează cu timpul trecând în galben, apoi în roşu. Dacă însă încălzim fosforul în tuburi închise până la 300°, el se transformă repede în fosfor roşu Incălzirea se face având grija ca în tub să nu fie oxigen. *Fosforul roşu nu este otrăvitor*, nu dă lumină, nu se topeşte uşor şi nu se aprinde uşor.

Chibrituri. — Se fac atât cu fosfor ordinar cât şi cu fosfor roşu.

Pentru pasta chibriturilor se pot întrebuinţa numeroase amestecuri. Eată o reţetă. Se amestecă 2 părţi fosfor ordinar, o parte bioxid de mangan, 3 părţi cridă, 1/8 cărbune de fum şi cinci părţi clei.

In pastă se pun capetele beţişoarelor de lemn. După uscare, frecând chibritul de o suprafaţă aspră, căldura dezvoltată aprinde fosforul, care comunică flacăra la rest. Bioxidul de mangan dă oxigenul trebuitor arderei.

Aceste chibrituri sunt primejdioase : ele au fosfor otrăvitor şi se aprind uşor. De asemenea lucrătorii în fabricarea lor sunt expuşi la intoxicări. De aceia s'a căutat să se fabrice chibrituri *de siguranţă* (suedeze) cu fosfor roşu, cari înlătură toate aceste inconveniente. Pe gămălia chibriturilor este o pastă formată din clorat de potasiu, bicromat de potasiu, minium şi trisulfură de Antimon. Cele trei d'intâi substanţe sunt oxidante. Pentru a le aprinde, trebue să le frecăm de o suprafaţă aspră pe care se găseşte pulbere de sticlă, ori şmirghel împreună cu fosfor roşu şi trisulfură de antimon. Asemenea chibrituri nu se aprind dacă le frecăm de alte suprafeţe, decât cea pregătită, cum se arată mai sus şi cum se găseşte pe cutia cu chibrituri.

In ultimul timp se întrebuinţează în locul fosforului ordinar la fabricarea chibriturilor o *sulfură de fosfor*.

Pentru aprins focul oamenii s'au servit de scăpărătoare lovind pirita ori marcasita de cremene. In felul acesta se aprindea de la scântei iasca ori iarba uscată, pae. Etruscii aprindeau materiale cu sulf şi cu flacăra dădeau foc la mase mai mari de lemn.

Mai târziu scăpărătoarea era făcută din cremene şi oţel (amnariu); cu aceasta se aprindea iasca sau fire cu fosfor „lumânările din Turin".

In 1812 *Chancel* a imaginat chibriturile cu clorat şi zahăr, pe cari le atingem de acid sulfuric. *Doebereiner* imaginează aprinzătoarea făcută din curent de hidrogen, care cade peste platină spongioasă.

In 1832 apar chibrituri cu Clorat de potasiu şi sulfură de Stibiu; erau frecate pe hârtie cu nisip. Tot în 1832 apar primele chibrituri cu fosfor galben. Se aprind de orice suprafaţă. Curând fură interzise în unele ţări. Prin 1848 apar chibriturile de siguranţă (*Böttcher*) cu fosfor roşu pe capac. In *Suedia* s'au fabricat în cantitate mare.

In timpurile noastre se fabrică chibrituri cu o varietate de fosfor roşu uşor inflamabil. Ele se aprind de orice suprafaţă. In loc de fosfor roşu se întrebuinţează *tetrafosfor-trisulf*, împreună cu alte sulfuri de fosfor.

Pentru aprins focul *Dobereiner* a imaginat aparatul său, în care se aprinde Hidrogen *curat*, aruncat peste platină spongioasă. Pentru aprins gazul aerian de luminat se întrebuinţează şi acum metoda de cataliză: gazul aerian trecut peste mase poroase se aprinde.

Brichetele moderne constau din o roată mică de oţăl cu ceriu, care este frecată de o rotiţă de oţăl. Scânteile aprind vapori de benzină, alcool etc. cari udă fitilul, impregnat prealabil cu azotat de potasiu.

Arsenicul.

In natură se găseşte uneori în stare nativă; cele mai de multe ori sub formă de combinaţii, dintre cari cităm::

Realgarul	As_2S_2		
Orpiment (auripigment)	$As_2\ S_3$		
Mispichel	*Fe As S*,	sulfoarseniură	de Fer
Cobaltină	*Co As S*	,,	,, *Co*
Disomosa	*Ni As S*	,,	,, *Ni*

Apoi *Nichelină Ni* As_2, *Smaltină Co* As_2.

Piritele de fer au foarte de multe ori As; când din aceste pirite se fabrică acid sulfuric prin procedeul camerilor de plumb, trece As în acidul sulfuric obţinut. Procedeul prin contact reclamă purificarea de As, căci altfel catalizatorul se *otrăveşte* cu combinaţiile arsenicului şi nu mai are acţiune.

Incălzind Mispickelul se obţine Arsenic

$$FeSAs = FeS + As.$$

Arsenicul este corp solid, de coloare cenuşie ca a ferului. In aer se acopere cu o pătură neagră. Aruncat

pe cărbuni se volatilizează, iar vaporii dau cu oxigenul trioxid de Arsenic As_2O_3; în acelaş timp se simte un miros puternic de usturoi.

Dintre combinaţiile lui citãm :

1. *Hidrogenul arseniat.* Gaz *foarte otrăvitor* de formula AsH_3. Se formează ori de câte ori avem combinaţii de arsenic în prezenţa hidrogenului în stare născândă. Încălzită se disface în As şi hidrogen.

2. *Anhidrida arsenioasă.* As_2O_3. In comerţ o găsim sub formă de pulbere albă, numită (şoricioasă) *şoricioaică*, adică otrava şoarecilor.

Este întrebuinţată în medicină, în doze mici, pentru a combate bolile de piele şi astmul. Este întrebuinţată la prepararea sticlei, a unor colori (verdele lui Scheele, şi verdele de Schweinfurth).

Anhidrida arsenioasă şi compuşii arsenicului sunt otrăvitori.

Pentru a dovedi prezenţa As în caz de otrăvire se pun organele cu otrava în aparate, în cari se produce Hidrogen. In aceste condiţii se dezvoltă AsH_3, care esă odată cu curentul de hidrogen. Le conducem printr'un tub de sticlă şi aprindem hidrogenul la capătul lui. In flacără punem o placă rece de porţelan : dacă este AsH_3 acesta dă în flăcără As care formează o pată strălucitoare pe porţelan. Metoda aceasta este metoda *Marsh.*

Arsenicul are mari analogii cu P. Avem AsO_3H_3 acid arsenios.

AsO_4H_3 acid arsenic.

Arsenicul este tri şi pentavalent.

Stibiul. Sb (Antimoniul).

Alchimiştii l-au cunoscut şi i-au studiat combinaţiile.

In natură se găseşte rar Stibiu în stare nativă. Principalul mineral Sb_2S_3 se numeşte *Stibina.* Are coloare cenuşie metalică. Aceasta încălzită cu fer dă *Stibiu.* Alte ori Stibina este oxidată prin încălzire în aer ; se obţine oxidul Sb_2O_3 care încălzit cu Cărbune este redus şi pune în libertate *Stibiul metalic.*

Metalul este alb-albăstrui. Intră în compoziția multor aliaje; așa aliajul din care se toarnă literele de tipografie este format din Pb (50%), Antimoniu (25%) și Staniu (25%). Uneori compoziția variază.

Dintre combinații cunoaștem SbH_3 hidrogen stibiat, gazos; $SbCl_3$, $SbCl_5$, (triclorură de Stibiu și pentaclorură de Sb), SbO_4H_3 acid *Stibic* ori *antimonic* etc.

Este tri și pentavalent.

Bismutul Bi.

Uneori se găsește în stare nativă (Transilvania, Cehoslovacia, Saxonia). Mineralul principal este *Bismutina* Bi_2S_3.

Bismutul este solid, de coloare argintie cu reflexe roșietice.

Bismutul face parte din numeroase aliaje cari se topesc ușor;: Metalul lui *Newton*, punct de topire 94°,5 (8 părți Bi, 5 Pb, 3 Staniu): metalul lui *Rose* sau *Darcet*, punct de topire 94° (2 părți Bi, 1 Pb, 1 Staniu); aliajul lui *Wood* (4 părți Bi, 2 Plumb, 1 Staniu și 1 Cadmium) punct topire 60°.5. Combinații, BiH_3 hidrogen bismutat, gaz. Este trivalent. Are caracter mai mult metalic. Există $BiCl_3$ triclorură de Bismut; este discompusă de apă

Bi_2O_3 oxid de Bismut.

$Bi_2(SO_4)_3$ sulfat de Bismut

$Bi(NO_3)_3$, azotat de Bismut. Tratând cristali de azotat de Bismut cu apă, după condiții, se obțin mai mulți *azotați bazici*, adică azotați cari apar ca amestecuri de azotat $(NO_3)_3Bi$ cu $Bi(OH)_3$. Așa avem

$$Bi\begin{matrix}NO_3\\NO_3\\NO_3\end{matrix} + \begin{matrix}HOH\\HOH\end{matrix} = Bi\begin{matrix}OH\\OH\\NO_3\end{matrix} \quad 2HNO_3$$

Un azotat bazic de Bismut este *Magisterium Bismuthi* sau *Bismut subnitric* întrebuințat contra *diareei*, de formula

$$Bi\begin{matrix}-NO_3\\-NO_3\\-OH.\end{matrix}$$

Substanțele acestea sunt săruri: dar deoarece au OH legat la Bi sunt și baze. In adevăr $Bi(OH)_3$ este o *bază*, în care avem 3 oxidrili legați de Bismut. (Se dă Bismutului subnitric și formule mai complicate).

Metaloizii trivalenți.

Recapitulare.

Așezând elementele în ordinea ponderilor atomice, se observă o variație a proprietăților fizice ale lor cu pondul atomic, cum se arată în tabloul următor:

		Pond. atomic.	Densitate	Punct topire	Pct. ferb.
Azot	N	14,01	0,86 (lichid	—210	—195
Fosfor	P	31,64	1,83 (mod. galb.)	44,5	290
Arsenic	As	74.96	5,73	480	450 (tulb)
Stibiu	Sb	120,2	6,51	630 circa	1600
Bismut	Bi	208,0	9,78	269 „	1550

se vede că *Bi* ocupă un loc aparte.

Oxizii azotului au caracter acid puternic; acidul fosforic și arsenic sunt acizi mai slabi; oxidul de antimon are și caracter acid, față de baze, și caracter de bază față de acizi. Oxidul de *Bi* este bazic.

NH_3 este bazic; PH_3 foarte slab bazic; AsH_3 și SbH_3 foarte nestabile, BiH_3 de abea a fost preparat în cantități foarte mici, de oarece este foarte nestabil.

Cu cât pondul atomic crește, crește și caracterul metalic. Acest lucru se vede și la cloruri: NCl_3 este nestabilă; PCl_3, PCl_5 sunt atacate de apă cu energie. $SbCl_3$ este atacată după reacția $SbCl_3 + H_2O = SbOCl + 2HCl$. Mai rămâne *Cl* legat de metal; acesta poate fi înlocuit prin OH. Din contră $BiCl_3$ cu apa dă *BiOCl*, unde *Cl* este puternic fixat la *Bi*, ca la metale.

Borul. B.

In Toscana există în pământ crăpături, din cari ese *vapori de apă* și *gazuri* numite *suffioni*. Acești vapori duc cu dânșii din pământ acid boric. Pentru a obține acidul boric se zidesc peste pământul crăpat basenuri de 10—50 m. de diametru; aceste basenuri se numesc

lagoni. In basenul cel mai ridicat se lasă să curgă apă de izvor; apa aceasta merge apoi într'un *lagone* aşezat mai jos şi aşa mai departe. Vaporii şi gazurile de temperatură între 93°—99° pătrund în apa din *lagoni* şi-i cedează acidul *boric*. Când apa a ajuns la o anumită concentrare (1,3 Baumé) în acid boric, este condusă în rezervoare, unde este lăsată să se limpezească. De aici este condusă în basenuri de plumb, unde este încălzită prin căldura *sufionilor*. La anumită concentrare apa care are în soluţie acid boric (temp. 50°—60° şi aerometrul Baumé arată 10°) este dusă în basenuri de cristalizare. După purificare avem acidul de compoziţia $B(OH)_3$ în foiţe strălucitoare.

Este acid slab. Sarea principală a lui este $B_4O_7Na_2.12H_2O$, numită *borax*.

Boraxul se găseşte în unele lacuri din Tibet şi California; extras din aceste lacuri este dat în comerţ sub numele de *Tinkal*.

Acidul boric în soluţie este întrebuinţat ca antiseptic. Cea mai mare parte este transformat în *borax*.

Intre alţi compuşi citäm:

BCl_3. *Triclorura de Bor*; lichid, care pus în apă este atacat de apă, după reacţia

$$BCl_3+3HOH=3HCl+B(OH)_3$$

In aceşti compuşi Borul este trivalent.

Cu Hidrogenul se cunosc combinaţiile:

B_2H_6 Diboran gaz

B_4H_{10} Tetraboran gaz

numite *borane*, în care Borul este tetravalent. Se cunosc şi alte combinaţii cu Hidrogenul B_6H_{12} gaz, apoi altele fără importanţă.

Boraxul are numeroase întrebuinţări în laboratoare şi technică. Topit dizolvă oxizi şi de aceia e întrebuinţat la lipirea aliajelor de aur între dânsele, sau a celor de argint. Boraxul mai este întrebuinţat la fabricarea unor sticle, la pictură pe porţelană şi pentru a smălţui porţelana engleză.

Carbonul

Este unul din cele mai importante elemente, nu numai pentru că fiind ars, dă căldura trebuitoare la încălzit şi luminat dar şi pentru că el ia parte la constituirea tuturor organismelor animale şi vegetale.

In natură îl găsim în formele următoare:

1. *Diamant.* Se găseşte în Africa de Sud, Borneo, Australia, Brasilia, India. Uneori este colorat galben albastriu şi cu alte culori, alteori transparent. Zgârie pe toate celelalte corpuri; de-aceea se zice că este cel mai *dur*. Din cauza acestei proprietăţi este întrebuinţat în tehnică la şlefuit pietre, la ros sticla, la sfredeliri, la tăiecat sticla....

Diamantul negru, opac se numeşte *Carbonado* şi are întrebuinţări technice; diamantul transparent este întrebuinţat ca piatră preţioasă.

Ars în oxigen dă bioxid de Carbon, adică acelaş gaz pe care-l obţinem, când ardem mangal în aer sau Oxigen. In Africa de Sud a fost găsit un diamant, care cântărea 3021 Karate (Un Karat = 0,205 gr.), numit *Cullinan*. Diamante preţioase vin din Brazilia.

Diamante vestite aduse din Asia:

Kohinoor (106 Karate); Regent (136 K); Florentin (139 K), Orloff (194 K).

Diamantul se deosebeşte de imitaţii:

1. Prin densitatea mare a lui 3,5.
2. Nu se topeşte.
3. Nu este atacat de ac. florhidric.
4. Lasă să treacă razele X.
5. Este cel mai dur.

Diamante lucrate ca brillant sau rosetă(vezi cartea de cl. IV).

2. *Grafit sau plombagina.* — Negru, bun conducător de căldură şi electricitate. Nu se topeşte. Este foarte moale. Poate fi tăiat cu cuţitul. Trecut pe hârtie, lasă urme. De-aceea serveşte la fabricarea creioanelor. Grafitul este resistent la aer şi bun conducător de electricitate. De aceia este întrebuinţat la acoperit sobele de fer, la unsul maşinelor, la acoperirea obiectelor sau a tiparelor în galvanoplastie. Fiind resistent la foc serveşte la facerea de creusete, de exemplu pentru topit oţelul ori aliajele de aur.

Se găseşte prin Moravia, Siberia, Ceilan.

Ars în oxigen dă şi el naştere la bioxid de Carbon. In ţară se găseşte la *Surduc* (Valea Jiului), Rodna veche şi Pietrosul (Maramureş).

3. *Cărbune de pământ.* Se găseşte în pământ în diferite regiuni ale pământului. Il găsim astfel în Anglia (la Newcastle exploatările se

întind până sub apa mării), Belgia, Franța, Germania (Ruhr, Saar, Silezia). în America de Nord. China. La noi în țară în Gorj, Petroșani, Județul Bacău. Depositele de cărbune s'au format în pământ prin discompunerea plantelor, Lepidodendron, Calamite, Sigillaria, Stigmaria), cari fiind sub apă, au fost separate de aer timp de milioane de ani. In acest timp plantele au suferit schimbări chimice, cari îndepărtau celelalte elemente, așa că depozitele deveneau, din ce în ce mai bogate în Cărbune.

După vrâstă, cantitatea de carbon, proprietățile fisice și căldura dezvoltată la ardere, s'au dat cărbunelui de pământ diferite numiri:

a) *Antracit.* — Are coloarea neagră strălucitoare. Conține cam 94% Carbon. Arde cu greu ,dezvoltă la ardere multă căldură. Fiert cu sol. KOH nu o colorează. Este dens. La noi în țară îl găsim în Jud. Gorj, la Schela. De asemenea în unele locuri în Banat. Un Kg. de antracit dă la ardere 8000—9000 Calorii.

b) *Huila* sau *cărbune de pământ propriu zis.* Are circa 82% Carbon. Fiartă cu soluție de oxid de potasiu o colorează slab galben. Se găsește în terenurile carbonifere; este mai nou decât Antracitul. In *Huilă* se găsesc încă figurile plantelor, din cari au rezultat. Exploatările de Huilă se fac pe-o scară întinsă, căci pe de o parte servește direct la ars (mașini de cale ferată, vapoare etc.), iar pe de alta fiind încălzită în vase în afară de contactul aerului (destilarea uscată) dă naștere la serii de substanțe, de cari omul se folosește; așa avem gazul aerian de luminat, gudron, amoniac, cocs, cărbune de retortă. Un Kgr de huilă ars dă cam 7000—8000 de Calorii. La noi se găsește prin Banat, Jud. Brașov, Caraș și Jud. Severin.

c) *Lignit.* — Este de formațiune mai nouă. In ea se văd încă urmele țăsăturilor lemnelor, din cari s'a format. La distilare uscată dă puțin cocs.

In România se exploatează la Petroșani Jud. Hunedoara (Petroșani, Aninoasa, Vulcan, Lupeni) și Comănești, Asău, Jud. Bacău. O mai găsim în Jud. Buzău, Mehedinți, Prahova, Severin, Timiș-Torontal. Conține cam 70% Carbon.

In 1927 producția a fost de 2.850.000 tone în valore de 2.340.500.000 lei. Un Kgr de lignit ars dă între 2500—5500 Calorii.

d) *Turba.* — S'a produs în timpurile foarte apropiate de noi prin discompunerea vegetalelor; putem urmări chiar această discompunere în zilele noastre. Este roșietică. Se găsește aproape de suprafața pământului. Un Kgr de *turbă* dă prin ardere circa 3000—5000 Calorii. Conține cam 60% Carbon.

Varietățile de Cărbune descrise mai sus, constitue *Cărbunele natural.* Dar oamenii au reușit să fabrice și alte varietăți de Cărbune, numite *Cărbune artificial.* — Amintim numai că în 1897 chimistul francez

Moissan a izbutit să obţină cristale mici de diamant, dizolvind la 3000° cărbune curat în fer lichid şi răcind brusc masa de fer, turnând-o în gaura făcută într'un bloc de Cupru, răcit cu apă. In aceste condiţii cea mai mare parte a carbonului dizolvit se separă sub formă de grafit: o parte mică dă cristali foarte mici de diamant artificial. Tot aşa amintim că încălzind Diamantul la temperaturi foarte înalte, el se transformă în grafit. Pentru technică sunt importante alte preparate de Cărbune.

1. **Cărbunele de lemn sau mangalul.** — Când se încălzeşte lemnul la temperatură înaltă se obţine *mangalul.*

Operaţia se face în două moduri:

a) *Metodă mai primitivă.* — Se aşează lemnele în grămadă, care se acopere cu pământ, lăsând loc ca să iasă fumul. Sub grămadă se face un foc bun cu lemne mărunte. O parte din lemne ard; restul dă mangal.

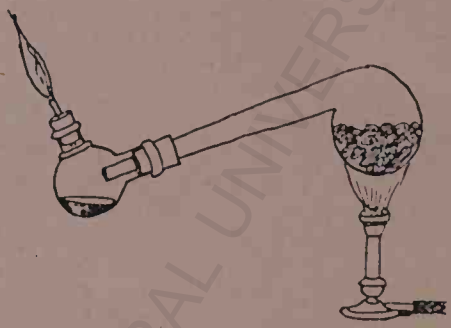


Fig. 74

b) *Distilarea uscată a lemnului.* — Este metoda raţională. Se introduc lemnele în cilindri mari de fer, prevăzuţi cu tuburi; prin încălzire lemnele se discompun dând o serie de producte, cari trec prin acele tuburi. Produsele sunt răcite. Din distilarea aceasta obţinem trei feluri de producte:

a) Gazoase; acestea sunt conduse prin ţevi; ele constitue *gazul de luminat.*

b) *Lichide.* Ele se separă în două pături: o pătură apoasă, acidă, conţinând acid acetic şi o serie de alte corpuri foarte importante pentru industrie, ca alcool metilic, acetonă etc.; sub pătura apoasă se găseşte o altă pătură licidă, numită *gudron*, de coloare închisă. Din gudron se scoate *Kreozotul.*

c) Solide. In cilindrii de fer rămâne *mangalul.* Figura 74 arată cum se poate arăta în cursul lecţiei o asemenea distilare. In retortă se pun geluituri de lemn de brad. Se încălzeşte puternic. Lichidele se adună în recipientul mijlociu răcit. Se dă foc la gazul care eşă din tub.

Schimbări de acestea au loc când facem foc de lemne în sobă. Gazurile resultate din încălzirea lemnului ard, formând flacăra. Cărbunii după răcire, formează mangal.

O experienţă uşoară permite să arătăm mai simplu formarea gazului aerian, din încălzirea hârtiei. Luăm şi învăluim o bucată de hârtie, aşa că facem din ea un sul, pe care-l ţinem înclinat. Dăm foc la capătul de jos Hârtia arde: căldura transformă o altă parte de hârtie, dând un fum, care ese prin capătul de sus. Cu un chibrit gazurile se aprind şi ard. Ca să nu se aprindă hârtia, îi punem un capăt de tub de sticlă.

2. **Cărbune de retortă. Cocs.** — In cilindri de fer încălzim *huilă* ori *lignită*. Din distilarea uscată a huilei rezultă iarăşi trei feluri de produce:

a) gaz aerian, care serveşte la luminatul oraşelor, la .ars, etc.

b) Producte lichide: gudron şi pătura apoasă. Din gudron se scot numeroase substanţe cari au multe întrebuinţări. Aşa avem benzol, acid fenic, naftalină etc., o serie de substanţe, din cari se fabrică Zaccharina, coloranţii de anilină etc..

In pătura apoasă avem foarte mult amoniac. Aceasta constituie unul din principalele izvoare pentru obţinerea amoniacului.

c) Solide. Din distilarea huilei productele solide rezultate sunt *cocsul* şi cărbunele de retortă.

Cocsul este întrebuinţat la ars. Există şi un cocs pentru metalurgie, întrebuinţat la prepararea *ferului*, a *fontei* (*spiţă*) şi, a *oţelului*. Pe pereţii cilindrilor (*retortelor*) de distilare se depune un cărbune bun conducător de electricitate, numit *cărbune de retortă*, cu întrebuinţări multiple în electricitate: electrozi în elemente galvanice, fire la lămpi etc.

Se pare că lignitul a rezultat din *Torf* prin presiunea, pe cari păturile superioare o exercită asupra celor inferioare.

Nu se poate preciza dacă există vr'o legătură între Huilă şi lignită; din punct de vedere chimic se pare că sunt deosebiri între aceste două feluri de cărbune natural, ceea ce se vede şi din faptul că în *gudronul* din Huilă avem mai mult combinaţii ciclice (Benzol şi derivate de benzol), pe când gudronul din lignit are mai mult *parafine*.

3. *Cărbune de oase.* — Este obţinut din carbonizarea oaselor.

4. *Cărbune animal*, rezultat din carbonizare de sânge şi carne.

5. *Cărbune de fum.* — Din flacările luminoase se depune pe corpurile reci, un cărbune pulberulent numit cărbune de fum. Numeroase substanţe ca benzolul, răşinele, corpurile grase, etc., prin ardere dau mult fum. Lămpile când *fileză*, dau fum. Conducând acest fum într'o cameră rece, se depune pe pereţi cărbunele de fum. Acest cărbune serveşte la preparare de *tuş*, vacs, cerneală de tipografie, etc. Productul

Kindrus, care se vinde la noi în comerț este cărbune de fum. De asemenea *funinginea* care se depune în sobe și coșurile lor.

6. *Cărbune de zahăr*, numit și cărbune strălucitor. Se obține din distilarea uscată a zahărului. Este cărbunele cel mai curat.

Într'o prubetă uscată punem o pătură de vr'un cm. de pulbere de zahăr și încălzim prubeta în flacără. Ce observăm?

Întrebuințări. — Expunând diferitele feluri de cărbune de mai sus, am arătat și întrebuințările lor. Mai avem de adăogat următoarele. *Mangalul* în pulbere este întrebuințat la fabricarea prafului de pușcă cu fum.

Mangalul și *cărbunele animal*, precum și *cel de oase*, după ce i s'au extras prin acizi părțile minerale (fosfat și carbonat de Calciu) sunt poroși. Ei absorb gazurile, materiile rău mirositoare din apă și materiile colorante, sau chiar săruri toxice din apa de băut (de ex. săruri de plumb). De aceia se întrebuințează cărbunele de oase și cel animal în fabricele de zahăr, pentru decolorarea soluțiilor de zahăr.

Experiență. Într'o capsulă se pune cărbune de oase și se încălzește la roș. Pulberea se pune într'un filtru așezat în leică așa ca să-l umple pe jumătate. Se toarnă apă colorată cu ceva vin roșu. Filtratul esă decolorat.

Experiență. In prubete pe mercur se prinde amoniac gazos. Se ține într'o flacără o bucățică de mangal, pentru a-i alunga gazurile din pori și apoi se introduce prin mercur în prubetă. Mangalul absoarbe gazul. Se repetă experiența și cu alte gazuri, cum ar fi acid clorhidric, bioxid de Carbon.

Din cele de mai sus se vede că încălzind materii organice, ele se dsicompun, lăsând ca rest cărbunele. Ele *se carbonizează*. Un chibrit lung de lemn este aprins; stingem flacăra. Capătul înegrit dovedește carbonizarea. Am văzut că putem carboniza substanțele și prin acid sulfuric concentrat.

Fabricarea creioanelor. — Pulberea de grafit este amestecată cu materii argiloase; cu ajutorul apei se face o pastă, care este trecută prin presiune prin găuri, așa ca să formeze fire subțiri; acestea sunt uscate. In aceste condiții ele se întăresc și se pun în lemn de tisă, ieniper sau alt lemn potrivit.

Dacă pasta se face din cridă, argilă albă, gips, gumă arabică și o substanță colorată, creionul este colorat. Ca materii colorante se întrebuințează minium (roș), albastru de Prusia (albastru), minium de fer etc. Alte ori pasta se face din grafit cu cărbune de fum. Creionul scrie negru.

Primele creioane au fost fabricate în Anglia (1664). Fabrici vestite de creioane sunt cele din *Nürnberg* (Iohann Faber), Budweis lângă Viena (Hardtmuth), la Paris.

Duritate. — Corpurile din natură, lipsite de viață, cari alcătuiesc scoarța solidă a pământului se numesc *minerale*. Ele nu au nici organe de mișcare, nici de nutrire, adică n'au organele, cari se întâlnesc la animale și plante. Un mineral este un corp omogen. *Sarea* din pământ este un mineral; alte minerale avem diferite feluri de cărbune natural, quarț, feldspat, calcar, pirită (sulfura de fer) etc. Studiul mineralelor se face în *Mineralogie*. Intre proprietățile mineralelor, de care oamenii țin mult seamă, este și acea de a se *zgâria* unele pe altele.

De exemplu *diamantul*, *zgârie* alt corp cum este *grafitul*, ori sticla, fără să fie zgârâiat de acestea din urmă; zicem că diamantul este mai dur decât sticla ori grafitul. Proprietatea aceasta a unui corp solid de a nu lăsa ca alt corp solid să pătrundă în el se numește *duritate*. S'a căutat să se exprime duritatea prin numere. In acest scop *Mohs* a ales zece corpuri pe cari le-a așezat în *ordinea durității*.

Cele zece corpuri constitue *Scala lui Mohs*.

Duritatea	Diamantului o însemnăm cu	10
„	Corindonului „	9
„	Topazului „	8
„	Quarțul „	7
„	Feldspat „	6
„	Apatita „	5
„	Fluorina „	4
„	Spat de Islanda „	3
„	Gipsul „	2
„	Talcul „	1

Combinațiile carbonului.

Combinațiile carbonului cu Hidrogenul. Se numesc *hidrocarburi*. Sunt stabile, căci legăturile dintre mai mulți atomi de carbon, cari formează catene, sunt pu-

ternice; de asemenea și legăturile între C și H sunt tari. Combinațiile acestea se studiază în *chimia organică*. Citățm câteva hidrocarburi: CH_4 (Metan), C_2H_6 (Etan), C_3H_8 (Propan), C_4H_{10} (Butane), etc. Mai citățm *Etilenul* $CH_2=CH_2$ și *Acetilenul* $CH\equiv CH$.

Acetilenul se produce din unirea directă a C cu H. In acest scop facem să sară arcul voltaic, între doi electrozi de cărbune, într'o atmosferă de Hidrogen. Sinteza aceasta a acetilenului este foarte importantă: *a*) din punct de vedere teoretic căci formăm combinații organice din elemente din regnul mineral și

b) din punct de vedere practic, fiindcă din acetilen, putem prepara alcool, acid acetic, etc.

In combinațiile lui carbonul este tetravalent. Așa avem

CCl_4	tetraclorura de Carbon
CCl_3H	Cloroformul
CH_2Cl_2	Clorura de metilen
CH_3Cl	„ „ metil.

Sulfura de carbon. —*Cu sulful* carbonul formează sulfura de carbon CS_2. O preparăm trecând vapori de sulf peste cărbune incandescent. Se obține un lichid foarte volatil, în care S și P se dizolvă ușor. Vaporii de CS_2 amestecați cu aerul dau un amestec explosibil. Sulfura de carbon se aprinde ușor și arde dând CO_2 și SO_2

$$CS_2+3O_2=CO_2+2\ SO_2$$

Când este curată nu are miros displăcut. De obiceiu are cantități mici de substanțe străine, cari îi dau un miros displăcut de ridichi în putrefacție, ori de varză murată stricată.

Combinațiile Carbonului cu Oxigenul.

Bioxid de Carbon. — Rezultă din arderea de carbon în aer ori oxigen. Este solubil în apă. Soluțiile lui în apă le găsim în comerț în *sifoane*, în cari el se găsește

sub presiuni mai mari decât cea atmosferică. In soluție admitem că există în cantități mici acidul CO_3H_2 format din

$$CO_2+H_2O=CO_3H_2$$

De aceea bioxidul de carbon se mai numește și *anhidridă carbonică*. Acidul carbonic.

$$O=C\begin{matrix}-OH\\-OH\end{matrix}$$

este nestabil, din el se separă ușor apă, punându-se în același timp în liberate CO_2

Sărurile acidului carbonic sunt stabile.

Așa avem: CO_3 H Na bicarbonat de Na
CO_3 Na_2 carbonat de Sodiu
Tot așa CO_3 Ca carbonat de calciu.

Când punem apă cu CO_2 peste apă de var, sau trecând CO_2 gazos prin apa de var, se obține Carbonat de Calciu insolubil în apă

$$CO_2+Ca(OH)_2=CO_3Ca+H_2O$$

Dacă trecem mai mult timp CO_2 peste soluția care are CO_3Ca solid, atunci soluția se limpezește, căci rezultă bicarbonat de Calciu solubil în apă

$$CO_3Ca+CO_2+H_2O=(CO_3H)_2Ca$$

Bicarbonatul format nu-i stabil; prin fierbere îl discompunem în CO_3 Ca, CO_2 și apă,

$$(CO_3H)_2Ca=CO_3Ca+CO_2+H_2O$$

Gazul CO_2 degajându-se în aer, rămâne CO_3Ca insolubil; de altfel de câte ori din apă, care are bicarbonat de calciu în soluție, se dezvoltă CO_2 apa depune CO_3Ca. Procesul acesta a jucat și joacă un mare rol în natură la formarea depozitelor de *calcar*, la formarea Stalactitelor și Stalagmitelor etc.

Carbonatul de Calciu îl întâlnim sub diferite forme în natură; citâm marmora, piatra calcară, etc.

Dacă punem peste piatra calcară, ori marmoră câteva picături de acid clorhidric, ori acetic, carbonatul de Calciu este atacat, după reacția

$$CO_3Ca+2HCl=CaCl_2+CO_2+H_2O$$

Ar trebui să rezulte acidul CO_3H_2; dar, am văzut că acesta nu-i stabil ci se discompune repede în CO_2 și apă. Bioxidul de Carbon gazos format se dezvoltă în atmosferă, agitând lichidul, care *pare* că fierbe; se zice că gazul se dezvoltă producând *efervescență*. Reacția aceasta dintre acidul HCl și CO_3Ca servește la prepararea bioxidului de Carbon. In

acest scop, punem bucăţi de marmoră într'un aparat *Kipp* în care turnăm acid clorhidric diluat. Prindem gazul pe apă. Putem să-l preparăm şi cu un flacon *Woulf* cu două tubuluri, ori într'un balon cu tubulură laterală. Reacţia are loc la temperatura ordinară. In genere orice carbonat, de exemplu, CO_3Na_2, cu acizii pune în liberate CO_2.

Bioxidul de carbon se găseşte în aer, apoi în unele ape minerale, cărora ele le dă gustul caracteristic *pişcătorului* de limbă. Rezultă din fermentaţiile alcoolice şi din putrezirile materiilor organice; se găseşte printre corpurile gazoase cari esă din vulcani; uneori esă din crăpăturile pământului. Se găseşte în *Peştera Câinelui* de lângă Neapoli. Rezultă din respiraţie. Dacă trecem cu un tub de sticlă gazurile rezultate din expiraţie prin apă de var, aceasta se tulbură, din cauza precipitatului CO_3Ca format.

Bioxidul de carbon este incolor: este mai greu decât aerul. O lumânare ori un chibrit aprins introduse în acest gaz se stinge, căci el nu întreţine arderea. Ne servim de această împrejurare pentru a arăta că poate fi turnat de *sus* în *jos*. Poate fi sifonat ca apa, de *sus* în jos.

Dacă echilibrăm o balanţă, pe platanul căreia am pus un balon cu aer şi dacă introducem apoi CO_2 în balon, balanţa se pleacă spre partea unde-i balonul, căci gazul CO_2 este mai greu decât aerul.

Supus la presiune el poate fi licefiat. Bioxidul de Carbon licid este dat în comerţ în cilindri, cari servesc la prepararea *apei gazoase din sifoane*. Dacă punem un asemenea cilindru plecat, aşa ca partea cu robinetul să vie în jos şi dacă legăm la gură un *sac mic*, figura 75 deschizând robinetul, bioxidul de carbon lichid este aruncat cu putere în sac; aici el se evaporează repede, absorbind atâta căldură, încât o parte din lichid se solidifică. Cu bioxid de Carbon solid pus în eter, ori acetona atingem temperaturi foarte scăzute — 80°. Trecând Clor printr'un tub de sticlă pus în acest amestic, obţinem Clor lichid. Punând în amestic mercur lichid, acesta se solidifică.

Fig. 75.

Dacă trecem CO_2 peste cărbune incandescent, el este *redus* de cărbune în oxid de cărbune.

$$CO_2+C=2\ CO.$$

De aceia peste jăraticul din sobe avem flacări albastre, căci CO format arde cu flacără albastră.

In natură CO_2 joacă un rol hotărîtor. El resultă din respiraţia plantelor şi animalelor. La plante avem însă şi alt fenomen, *cel al asimilaţiei clorofiliene*. Sub acţiunea razelor ultraviolete şi a clorofilului are loc discompunerea CO_2 în presenţa apei conform reacţiei

$$CO_2+H_2O=HCOH+O_2$$

Rezultă astfel oxigen liber, care trece în atmosferă; Corpul HCOH se *polimerizază*, dând *zaharuri*

$$6HCOH=C_6H_{12}O_6$$

Din aceste zaharuri se formează apoi amidonul, celuloza etc. Această transformare este însoţită de *absorbţie de energie* din acea trimeasă de soare. Fenomenul are loc când temperatura începe a se ridica primăvara, apoi vara şi toamna. Iarna, când temperatura-i joasă şi când frunzele au căzut, asimilarea clorofiliană un mai are loc. Când ardem lemnele iarna, Carbonul din el trece în CO_2 şi o dată cu aceasta se dezvoltă *căldură*, care represintă energia solară absorbită în timpul *sinţezelor* de celuloză etc.

De şi în atmosferă se varsă zilnic cantităţi enorme de CO_2 asimilarea clorofiliană îl discompune în bună parte, redând atmosferei Oxigen.

O dată cu sfărâmarea stâncilor prin îngheţ, dezgheţ, are loc şi o acţiune chimică: bioxidul de carbon din aer în presenţa apei atacă multe din stânci, dând carbonaţi; prin acest proces este fixată iarăşi o mare cantitate de CO_2 din atmosferă; o altă cantitate de bioxid de carbon dizolvită în apă, dizolvă Carbonaţii şi-i transportă prin fluvii, etc., în mare şi oceane, unde în urma discompunerilor cari eliberează CO_2 produc depozite de carbonat de Calciu. Eliberarea aceasta de CO_2 din apa mărilor are loc, când în atmosferă este mai puţin bioxid de Carbon; conform legii lui *Henry* solubilitatea gazului este scăzută şi atunci el esă din apele în cari era dizolvit sub presiune mai mare. Din acest punct de vedere, apa mărilor, etc. este unul din regulatorii cantităţii de bioxid de Carbon din atmosferă; această cantitate este constantă, căci asimilarea prin plante, combinarea cu Carbonaţii de Calciu etc. în procesul de distrugere al rocilor, com penseaza pierderea de Oxigen prin arderi şi fixează CO_2 sub formă de Carbonat.

Oxid de Cărbune. CO. — Rezultă cum am văzut trecând CO_2 peste cărbune incandescent. Putem reduce CO_2 și cu *Zn*; în acest scop plecăm de la carbonați, de exemplu *cridă* (CO_3Ca) ori *magnezită* (CO_3Mg), cari încălziți cu pulbere *de zinc*, dau oxid de carbon, conform cu reacțiunea

$$CO_3Mg+Zn=ZnO+MgO+CO$$

Putem avea deci în aceste condiții oxid de cărbune curat.

Când trecem vapori de apă peste (jăratic) cărbune incandescent avem iarăși producție de CO, de astădată amestecat cu H_2

$$H_2O+C=CO+H_2$$

In industrie se prepară și se întrebuințează acest amestec gazos sub numele de *gaz de apă*. Când trecem aer prin pături groase de cărbune incandescent se obține CO și azot, care este întrebuințat industrial sub numele de *gaz generator*.

Oxidul de cărbune este gaz incolor, foarte otrăvitor. Respirat în cantități mici produce dureri de cap. Dacă se astupă sobele, atunci când în ele mai este jăratic, CO format trece în cameră și de multe ori a cauzat moartea celor ce l'au respirat.

Oxidul de cărbune este reducător. Oxizii Fe_2O_3, *CuO* încălziți în CO sunt reduși în stare de metal

$$Fe_2O_3+3CO=3\ CO_2+2\ Fe$$

Combinațiile C cu N.

Avem CNK cianura de potasiu, și CNH acid cianhidric, ambele otrăvuri violente. Se vede că grupa —CN ca și —OH, $—NH_4$ trece din combinație în combinație. Grupele acestea se numesc *radicali*:

—CN este radicalul Cian
—OH „ „ Oxidril ori hidroxil
$—NH_4$ „ „ Amoniu.

Combinațiile C cu metalele. — Se numesc *carburi*. Avem:

Cărbura de Calciu $Ca\,I_2$ Se produce din încălzirea varului cu Cărbune în arc voltaic. Cu apa carbura de Calciu dă acetilen C_2H_2.

$$C_2Ca + {}_2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

Carbura de Aluminiu C_3Al_4, cu apă dă metan. *Alte carburi* metalice cu apa dau hidrocarburi gazoase, lichide și solide, așa este Carbura de Uran C_3U_2.

Siliciul. *Si*.

Siliciul este elementul fundamental al corpurilor minerale (anorganice) din scoarța globului, după cum cărbunele este elementul de bază al compușilor organici.

Elementul *Si* a putut fi preparat. *Si* amorf este atacat de acid fluorhidic și ars dă bioxidul SiO_2. Există și un *Si* cristalizat care-i puțin atacat de HF. Siliciul prezintă deci modificări alotropice.

Si este element tetravalent, ca și Carbonul. Compusul $Si\,H_4$ se numește monosilan; este gaz ca și CH_4.

Se cunoaște $SiCl_4$, tetraclorura de Siliciu lichidă. SiF_4 tetrafluorura de Siliciu, gaz. Ambele sunt atacate de apă. Și de aici se vede caracterul de metaloid al Siliciului.

Important este bioxidul de Siliciu SiO_2, căruia îi corespunde un acid SiO_3H_2, acidul *silicic*, analog acidului carbonic, CO_3H_2.

Există numeroși silicați în natură, cari derivă din acidul

$$Si\begin{matrix}-OH\\-OH\\-OH\\-OH\end{matrix}$$ acid ortosilicic,

Alții derivă din $Si{=}O$ ($-OH$, $-OH$) acid *metasilicic*

alții din acizi silicici de natură mai complicată.

Bioxidul de siliciu. — Se găsește în natură în cristali mari cari formează coloane hexagonale uneori foarte

lungi, terminate la capete cu piramide hexagonale. fig. 76. Ca mineral se numeşte *Quarţ*. El cristalizează deci în *sistemul hexagonal*. Duritatea lui este 7; densitatea 2,6.

Fig. 76

In Madagascar s'au găsit coloane de 2 m. grosime.

Când este transparent se numeşte *cristal de stâncă*. Când este colorat în violet se numeşte *ametist*.

Cristalul de stâncă are întrebuinţări în Optică. Cristali mici transparenţi şi incolori se numesc *Diamant de Maramureş*. Uneori transparenţa se pierde, parţial ori total. Sub forma aceasta găsim bioxidul de siliciu, în roci silicioase; foarte răspândit este quarţul comun în *greziile silicioase, năsip quarţos. Ametistul*, quarţ de coloare violetă, serveşte ca piatră preţioasă.

Quarţul opac şi compact apare sub multe forme. Intre dânsele avem *cremenea* (*silex* pe latineşte; de aici vine numele de Siliciu), în care există bioxid de siliciu atât cristalizat cât şi amorf.

Se întâlneşte şi bioxid de siliciu *cu apă*, necristalizat (amorf), transparent sau opac, incolor sau colorat, de duritate 5,5—6,5 densitate 1.9—2.2. Ele se numeşte *opal*. Este întrebuinţat ca piatră scumpă, când are jocuri de colori.

Un amestic de quarţ şi opal, care prezintă colori concentrice, constitue *agatul* întrebuinţat la balanţe şi la facere de piuliţi pentru laboratoare.

Mai găsim bioxid de Siliciu, depus din apele *geyzerurilor* din America, Islanda; el constitue *tuful silicios, geyzerita*.

Acidul silicic joacă rol important în regnul vegetal şi animal; multe *diatomee, radiolare* îşi fac un învăliş apărător din acid silicic; când acestea mor, învălişurile căzute în fundul apei se lipesc, dând o *piatră poroasă* cunoscută sub numele nemţesc de *Kieselguhr*; pământul cu infuzorii (Infusorienerde) are acid silicic. Această piatră poroasă este întrebuinţată la fabricarea *dinamitei*.

Sub influenţa variaţiilor de temperatură, din a căror cauză avem îngheţ şi desgheţ, apoi sub influenţa bioxidului de carbon şi a apei stâncele cari au bioxid de siliciu suferă un proces de discompunere (dezagregare), în urma căruia se formează silicaţi solubili în apă şi acid silicic solubil. Acesta este absorbit de animalele inferioare, contribuind la formarea scoicelor lor; plantele îl absorb de asemenea. Găsim mult acid silicic în crengi, frunze; în pae este acid silicic 2%. Se găseşte acid silicic în materia dinţilor, în penele pasărilor. Radio-

larele au schelet silicios. In năsipul mărilor se găsesc uneori 50 milioane de scoici mici de radiolare la Kgr.

Există pietre în cari intră acid silicic, şi cari au numeroase şi variate întrebuinţări. Multe pietre de ascuţit, de şlefuit au acid silicic. Greziile silicioase servesc ca pietre de zidit, ca pietre de moară. Greziile albe sunt lucrate de sculptori.

Apele cari au acid silicic, pătrund uneori în corpurile plantelor şi animalelor moarte. După discompunerea acestora şi evaporarea apei, acidul silicic se depune luând forma plantelor ori animalelor. In chipul acesta rezultă plantele şi animalele petrificate.

O piatră silicioasă, numită *piatra lidiană* sau *Lidită* serveşte la încercarea aliajelor de aur sau argint.

In România se găsesc cristali de quarţ prin stâncile de granit, gneis, porfir. Uneori sunt cristali mari, ca la Parîngu, Iacobdeal, Roşia. Diamante de Maramureş se găsesc la Uz, (Bacău), apoi prin Jud. Baia, Putna.

Bioxidul de siliciu încălzit în flacăra oxidrică se topeşte şi dă „sticla de quarţ", din cari se fac numeroase vase şi obiecte întrebuinţate în fizică şi chimie, de oarece resistă la schimbări repezi de temperatură. Incălzite la roş, putem să le punem în apă rece, fără să ne temem că s'ar strica.

Bioxidul de siliciu încălzit cu carbonat de sodiu ori de potasiu se topeşte, dând o masă sticloasă solubilă în apă. Soluţia se găseşte în comerţ sub numele de *sticlă solubilă*. Serveşte la lipit sticla, la prezervarea acuarelelor făcute pe tencueli, la apărarea lemnului şi a unor ţesături contra focului ; de asemenea pentru a face lemnul mai rezistent la umezeală şi a-l apăra de bureţi, cari. Din ea se fac uneori Ornamente şi pietre artificiale, prin amestecare cu năsip, turnare în forme şi tratare cu soluţie de clorură de calciu, pentru întărire.

Acid silicic. Coloide. *Lectură* : Să turnăm sol. de HCl peste sticlă solubilă, într'o prubetă. Se obţine un precipitat gelatinos compus din SiO_2 şi *apă*. Spălat cu apă şi uscat în aer el dă o pulbere albă de compoziţie SiO_3H_2.

Dacă facem reacţia în mod invers, turnând întâi în prubetă acid clorhidric în soluţie şi peste dânsul sticlă solubilă, *nu mai avem precipitat* ; reacţia

$$SiO_3Na_2 + {}_2HCl = 2NaCl + SiO_3H_2$$

Acidul silicic a rămas acum în soluţie. Il putem separa punându-l într'un aparat simplu numit *dializor*. Acesta este format dintr'un cilindru de sticlă deschis la ambele capete. La partea de jos se fixează ori hârtie de pergament ori o membrană animală. In interior punem soluţia care conţine SiO_3H_2 şi $ClNa$; cilindrul este pus într'un

vas în care punem apa distilată. Apa din vasul exterior este înoită necontenit, scurgând-o cu un sifon şi adăogind altă apă distilată.

Dializatorul ori *dializorul* descris este aşa cum a fost întrebuinţat de *Graham*, care a descoperit fenomenele ce urmează să le descrim. Astăzi există în comerţ tuburi de hârtie pergament, în care se pune lichidul şi după aceia tubul îndoit în formă de U este pus într'un pahar cu apă, care serveşte ca vas exterior; paharul este plin cu apă,

Fig. 77

care este necontenit reînoită. Fig. 77: după ce am înoit apa din vasul exterior de mai multe ori, avem în *dializator* o soluţie de SiO_3H_2.

Graham a constatat:

a) Substanţele cari pot cristaliza cum este *NaCl*, trec prin hârtia de pergament în vasul exterior. Graham le-a numit *cristaloide*.

b) Substanţele cari nu pot cristaliza cum sunt cleiul (franţuzeşte *colle*), gumile, gelatina, albumina din ou, etc. (corpuri amorfe din vegetale şi animale) nu pot trece prin membrană în vasul exterior; Corpurile cari nu pot trece prin membrană se numesc *coloide* (dela colle=cleiu). La început se credea că starea de coloid este rară şi că, de preferinţă, natura realizează starea de *cristaloid*. Cercetările ulterioare au arătat că starea de coloid este mult mai răspândită de cum se credea. Prin tratament potrivit putem aduce în stare coloidală nu numai corpuri *insolubile* (Pt, Ag, sulfură de arsenic, acid silicic.), ci şi *cristaloide*. Starea coloidală este considerată acum ca o proprietate *generală a materiei*.

In soluţia *coloidală* de acid silicic nu găsim molecule de formula SiO_3H_2, ci grupe formate dintr'un mare număr de molecule de acestea. Grupele acestea se numesc *granule de coloid*. Ele sunt suspendate în licid. Pondul lor molecular este foarte mare. Mărimea granulelor variază dela $\frac{1}{10000}$ mm. până la $\frac{1}{1.000.000}$ mm. Mărimea moleculelor este de $\frac{1}{10.000.000}$ mm.

Coloidul disolvit în apă poate fi uneori evaporat. Se obține o masă solidă, care se poate dizolvi din nou în apă. Așa este cazul coloidelor cleiu, gelatină, albumină.

Punând gelatina din comerț în apă și încălzind ușor ca trece în *soluție*; dacă o răcim ca se transformă în *gelatină*. Coloidele în soluție se arată cu cuvîntul *sol*, căruia i se pune înainte numele disolvantului: *Hidrosol* este coloid dizolvit în apă, *alcosol* în alcool. Gelatina obținută se numește *gel*: *hidrogel*, *alcogel*, etc.

La unele coloide, cum sunt cele metalice, adăogarea de *electrolite* determină precipitarea coloidului sub formă de *gel*. Așa am avut acidul silicic sub formă de *hidrosol*, când am turnat sticla solubilă în acid clorhidric diluat și sub formă de *hidrogel*, când am turnat acid peste sticla solubilă.

Granulele coloidale sunt încărcate cu electricitate, unele cu electricitate negativă, altele cu electricitate pozitivă.

Între stările coloidale mai citâm: picăturile cari constitue nourii: avem aici coloid în aer. Când plouă, coloidul se precipită.

Spuma de bere este coloid și anume *aer* divizat în lichid.

Starea coloidală este o stare de extremă diviziune a materiei, dar cu granule cu mult mai mari decât moleculele.

METALELE.

Caracterizare generală. — Pe lângă proprietățile amintite mai sus, — luciu metalic, conductibilitate pentru căldură și electricitate, etc... — vom mai aminti câteva.

Metalele se deosebesc între dânsele prin densitate, punct de topire, coloare; cea mai mare parte pot cristaliza, mai cu seamă în forme cubice, ori cari sunt în legătură cu forma cubică.

Maleabilitate. — Prin bătăi cu ciocanul sau prin trecere forțată prin *laminor*, metalele pot fi prefăcute în foi foarte subțiri. *Laminorul* este format din doi cilindri, apropiați, după voea noastră, unul de altul și cari se pot învârti în direcții contrare. Metalul, subțiat la un capăt este silit să treacă printre cei doi cilindri și este astfel transformat în tablă și după distanța din ce în ce mai mică, pe care o dăm cilindrilor, în foi foarte subțiri. Aurul este cel mai maleabil, apoi vin *Ag*, *Cu*, *Sn*, *Pt*, *Pb*, *Zn*, *Fe*, *Ni*.

Ductilitatea. — Silind firele metalice să treacă prin găuri din ce în ce mai mici făcute într'o placă de oțel, filieră, le putem transforma în sârme ori fire metalice. Cel mai ductil metal este *Au*. Apoi vin *Ag*, *Pt*, *Fe*, *Ni*, *Cu*, *Zn*, *Sn*, *Pb*.

Când un corp poate fi îndoit, fără să se rupă, se zice că este *flexibil*. Când corpul își recapătă forma dela început, după ce încetează să mai lucreze puterea care l'a deformat, se zice că este *elastic*. Când prin loviri un corp se sfarmă, zicem că este *sfărmicios*, ori *casant*. Unele metale sunt *flexibile*: *Cu*, *Ag*, *Pb*, etc.

Putem topi două sau mai multe metale la un loc. Prin răcirea lichidului se separă corpuri solide, în compoziția cărora intră două sau mai multe din acele metale. Aceste corpuri solide se numesc *aliaje*. De multe ori metalele curate n'au proprietăți potrivite pentru întrebuințarea practică. Adăogarea altui metal la topire permite să se separe *aliajul*, care are proprietățile dorite. Din *Cu* și *Zn* avem *alama*; din *Cu* și *Sn* avem diferitele *bronzuri*. Pentru aliajele metalelor cu mercurul s'a adoptat un alt termen: ele se numesc *amalgame*.

Metalele au densități foarte diferite. Redăm în tablou densitățile câtorva metale:

K	0,877	*Zn*	7,15	*Cu*	8,95	*Au*	19,33
Na	0,97	*Sn*	7,30	*Ag*	10,51	*Pt*	21,48
Mg	1,75	*Fe*	7,86	*Pb*	11,37		
Al	2,67	*Ni*	8,30	*Hg*	13,59		

Metalele cu densitate mai mică decît 3 se numesc metale ușoare; cele cu densitate mai mare decât 3 se numesc metale grele.

In capitolele următoare vom descri unele metale și câteva din combinațiile lor, anume cele mai cunoscute.

Putem stabili valența metalelor fie din combinațiile cu *Cl* ori O, fie după numărul de atomi de H (dintr'un acid) pe cari îi înlocuește un atom de metal, pentru a forma săruri. Astfel, după combinații, avem

Metale monovalente	MCl,	M_2O,	SO_4M_2 (M=metal)
„ bivalente	MCl_2,	MO,	SO_4M
„ trivalente	MCl_3,	M_2O_3	$(SO_4)_2M_3$
„ tetravalente	MCl_4,	MO_2,	$(SO_4)_2M$.

Lucratul metalelor. — Pentru a le da forma voită, metalele sunt supuse la diferite operațiuni, cari atârnă de proprietățile metalului și de forma ce voim să le-o dăm.

Metalele moi *Ag*, aur, platină, plumb se bat cu ciocanul la rece sau

li se imprimă tot la rece figurele cu ajutorul unei prese speciale; ferul sufere acest tratament încălzit la roș. Oțelul, Cuprul se topesc și se toarnă în tipare.

Pentru a lipi metalele se poate întrebuința *sudura* (lipirea) *autogenă* la fer și plumb. Două bucăți de fer, încălzite se lipesc prin apăsare; această apăsare se face uneori prin batere cu ciocanul. La plumb se alipesc suprafețele curățite și apoi se încălzesc potrivit. La alte metale lipirea se face cu ajutorul *aliajelor fuzibile* sau puțin *fuzibile* ca intermediare.

Puține metale au proprietățile cerute de industrie. De aceia se întrebuințează aliajele cari au proprietățile dorite, cum sînt alama, bronzurile.

Acțiunea aerului și prevenirea ei. — Oxigenul, anhidrda carbonică și apa din aer atacă multe metale. Suprafața este astfel alterată, prin depunerea unor corpuri streine. Uneori atacul e mai profund.

Pentru a prevenì atacul grilajele de fer se vopsesc; tot așa se acopăr cu smalț obiectele de fontă ori de fer, cari servesc în bucătărie, pentru a rezista la acțiunea aerului și a acizilor. Tablele de fer ori firele se acopăr cu Staniu (tinicheaua), zinc (fer galvanizat), nichel ori plumb.

Extracția metalelor. — In pământ metalele se găsesc sau în stare *nativă* sau sub formă de *combinații*. Se dă numele de *minerale* la substanțele din cari se extrag metalele.

In stare nativă sunt metalele cari ca aurul, platina, cupru, mercur se combină greu cu celelalte elemente. Unele metale sunt combinate cu oxigenul sub formă de oxizi: Staniu, fer, aluminiu; alte metale se găsesc sub formă de combinații binare cu S, As, Cl, așa sulfură de argint, cupru, zinc, plumb, mercur, Na,..

Alte ori avem săruri: K, Na, Ca,... există sub formă de carbonați, sulfați, fosfați, silicați.

Inainte de a supune mineralele la operațiile de extracție a metalelor, operații cari constituesc metalurgia fiecărui metal, mineralele sunt supuse la o serie de tratamente, cari au de scop de a elimina pe cât se poate corpurile *străine* cari însoțesc mineralul. Aceste materii străine se numesc *gangă*. Indepărtarea ei se face, când este posibil, prin *tratament mecanic*.

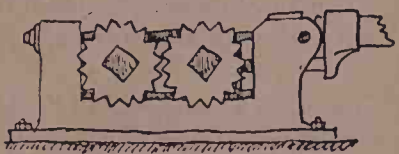


Fig. 78

Tratament mecanic. — Uneori se alege mineralul cu *mâna*: cel bun este trimes la uzină; ganga este înlăturată. Bucățile de mineral, cari mai conțin gangă sunt supuse la alte operații pentru a îndepărta *ganga*.

Mineralele acestea sunt întâi sfărâmate între cilindri prevăzuți cu dinți cari se lungesc după generatricele cilindrilor (fig. 78). Bucățile

sunt din nou alese. Bucăţile mai mici de gangă şi mineral sunt pulberizate fie între cilindri prin bătăi cu pilugul. Separarea se continuă uneori prin spălare în canaluri prin cari circulă apa.

Mineralul ales este apoi supus la tratament chimic.

Când mineralul este un oxid, îl tratăm cu cărbune. Când avem un carbonat, îl putem trata uneori direct cu cărbune; alte ori carbonaţii sunt încălziţi pentru a alunga CO_2 din ei.

Mineralele cu sulf în genere sunt încălzite întâi în aer: Sulful este oxidat şi trasformat în SO_2: metalul trece uneori sub formă de oxid. Încălzirea cu cărbune pune în libertate metalul din oxid. Alte ori se încălzeşte sulfura cu un metal mai eftin; sulfura de antimoniu încălzită cu fer pune Sb în libertate.

In sfârşit procedeele electrice sunt mult întrebuinţate astăzi.

Sodiul sau Natriul (Na)

In natură se găseşte în mare cantitate sub formă de clorură de Sodiu ($NaCl$), pe care am descris-o în detaliu când ne-am ocupat de clor. De asemenea există Salpetrul de Chili NO_3Na. In laborator avem, hidroxidul de Sodiu, $NaOH$. Acest din urmă se găseşte mai ales sub formă de bastoane.

In natură mai găsim şi sulfat de Sodiu SO_4Na_2.

In laborator preparăm şi sulfat acid de Sodiu SO_4HNa, (sau bisulfat de sodiu). Se cunosc deasemenea: carbonatul de sodiu CO_3Na_2 şi bicarbonatul de sodiu CO_3HNa.

Pentru diferite întrebuinţări industriale este important *carbonatul de sodiu*.

Carbonatul de sodiu. — Astăzi se fabrică mari cantităţi de carbonat de sodiu căruia i se dă numele mai scurt de *Sodă*. Este solubil în apă şi soluţia aceasta are reacţie *alcalină* (bazică). In cantităţi mai mici se găseşte în apele minerale alcaline, la Karlsbad, Ems, Vichy. Apoi din lacurile din regiunile înalte ale Americei, se extrage un carbonat de Sodiu natural numit *Urao*, lacurile de lângă *Memphis* în Egipt, dădeau în vechime carbonatul numit *Trona*.

Din arderea plantelor marine se obţinea în Spania de Nord un product numit *Barilla, Sodă de Alicanta*. In Franţa, Anglia, Norvegia se ardeau plantele aruncate de mare; cenuşa aceasta numită în Franţa

Varec, în Anglia *Kelp*, avea mult carbonat de sodiu şi servea şi la prepararea *iodului*.

A. In 1791 *Leblanc* introduse în Franţa procedeul, care-i poartă numele, după care se obţine Carbonat de Sodiu, transformând $ClNa$ în sulfat de sodiu, prin tratare cu acid sulfuric. Incălzind apoi Sulfatul de sodiu cu carbonat de calciu şi cărbune se obţine : Carbonat de Sodiu. Reacţiile care au loc pot fi redate astfel :

$$Na_2SO_4 + 2\,C = Na_2S + 2CO_2$$
$$Na_2S + CaCO_3 = SCa + CO_3Na_2$$

B. In 1860 belgianul *Solvay* reuşeşte să introducă un alt procedeu. Plecând de la materiile primitive Cărbune de pământ, carbonat de calciu şi sare, el reuşeşte să fabrice cantităţi mari de CO_3Na_2. Reacţiile utilizate sunt următoarele :

1. Distilarea huilei dă amoniac.

2. Incălzirea carbonatului de calciu dă var CaO şi CO_2.

3. Trecând CO_2 prin soluţie de amoniac în apă se obţine bicarbonat de amoniu.

$$CO_2 + H_2O + NH_3 = CO_3HNH_4$$

bicarbonat de amoniu.

4. Din bicarbonat de amoniu cu clorură de sodiu avem : bicarbonat de sodiu, a cărui solubilitate în apă este mică, de aceia el se depune.

5. Incălzirea bicarbonatului de sodiu dă CO_3Na_2

$$2\,CO_3HNa = CO_3Na_2 + H_2O + CO_2$$

Oxidul de calciu rezultat din reacţia 2 este utilizat la prepararea de amoniac din clorura de amoniu, rezultată din reacţia 4. Acest amoniac, împreună cu soluţiile obţinute din distilarea huilei este tratat din nou cu bioxid de carbon rezultat atât din reacţia 2 cât şi din 5. In felul acesta totul este utilizat.

C, Electroliza soluţiilor de clorură de sodiu în apă dă *clor* la anodă şi sodiu la catodă. Clorul este separat şi dat în comerţ. Electrozii sunt de cărbune. La catodă Na discompune apa, dând H şi $NaOH$. Hidrogenul este prins şi dat în comerţ în bombe, unde este comprimat. Prin soluţia de hidroxid de sodiu trecând CO_2 se obţine în cele din urmă CO_3Na_2.

In ţară la noi avem procedeul *Solavy* întrebuinţat

la fabrica de carbonat de sodiu dela *Uioara*, Jud. Alba. Producţia este de circa 10 vagoane de sodă pe zi.

In industrie soda are foarte numeroase întrebuinţări, din cari cităm câteva: fabricarea sticlei, a săpunurilor, colori etc.

Intre combinaţiile sodiului menţionăm:

Bicarbonatul de sodiu se găseşte în ape minerale ca cele de Ems, Vichy, Karlsbad, Slănic, Căciulata, Borsec.

In practică este mult întrebuinţat *hipocloritul de sodiu* în soluţia care poartă numele de *Eau de Labarraque*.

Natriul metalic a fost obţinut în 1807 de către *Davy* prin electroliza hidroxidului *Na*OH. Astăzi există şi alte metode, dar tot cea a electrolizei este cea mai indicată. Se mai obţine şi prin electroliza sării *Na Cl* topită. Metalul proaspăt tăiat are luciu metalic şi coloarea argintie, este moale, poate fi tăiat cu cuţitul. Pluteşte pe apă. La aer se oxidează uşor şi strălucirea metalică dispare. Poate fi păstrat sub lichide, pe cari nu le atacă, *petrol, benzol*, etc. Pus pe apă o discompune dând Hidrogen, în acelaş timp metalul se mişcă în toate direcţiile, hidroxidul format rămâne dizolvat în apă. Reacţia se face cu desvoltare de căldură aşa de mare încât Hidrogenul se aprinde, dacă ţinem metalul într'un loc, punându-l pe o bucăţică de ghiaţă, ori pe o hârtie de filtru pusă pe apă.

Sărurile de sodiu colorează flacăra în galben.

Lectură: In Vechiul Testament este menţionat sub numele de *neter* un corp întrebuinţat la curăţit; prin acest nume *Solomon* arăta substanţa, care cu oţet dă *efervescenţă*. Acelaş nume Luther îl traduce prin *cridă*; sigur că este vorba de *carbonat de Natriu* descris de autorii greci sub numele de νίτρον, iar de cei latini *nitrum*. Carbonatul de sodiu extras din lacurile de lângă *Memphis* din Egypt este *Trona* numit încă în textele latine *flos salis*. Plinius spune că acest product se utilizează singur, ori unit cu oloiu în băi, la extirparea părului, la fabricat sticla şi pentru a da o coloare verde mai vie legumelor. Mai târziu până prin sec. 15 s'a făcut confuzie de nume, căci acelaş cuvânt *nitrum* se dădea şi produsului adus din India sub numele *de sal petrae* (azotat de pota-

siu) întâlnit întâi în scrierile alchimistului arab *Geber* sec. 8 după Hristos; alți alchimiști de mai târziu îi spun *sal nitri*. Când comerțul între Europa și Asia a devenit mai viu, a fost nevoie de a se da nume deosebite la cele două produse, a rămas *nitrum* pentru azotat de potasiu și *Natron* (unii îl pun în legătură cu denumirea *Trona*) pentru sodă: din sec. 15 apare această deosebire. Dela *Natron* vine numele de *Natrium*. Pe la 1736 *Duhamel* și *Cadet* au făcut deosebire între carbonat de sodiu (Natron) și cel de potasiu, Natron se extrage din cenușa plantelor marine (Salsola Soda), cel de K din cenușa plantelor terestre. Ei au arătat că *Salsola Soda* cultivată în interior, departe de mare, după câțiva ani dă cenușă bogată în carbonat de Kalium (potasă), invers în cenușa plantelor terestre, după ce au fost cultivate pe lângă mare, este mult *natron*.

Combinațiile sodiului se prepară din $NaCl$ și CO_3Na_2 :

avem Na_2O oxid de sodiu nestabil

Na_2O_2 *peroxid de sodiu*. Pus în apă desvoltă Oxigen.

NaOH hidroxid de sodiu. Se obține din soluție de CO_3Na_2 tratată cu $Ca(OH)_2$ var stins

$$CO_3Na_2 + Ca(OH)_2 = 2NaOH + CO_3Ca$$

Carbonatul de Calciu este insolubil în apă. Hidroxidul topit este turnat în forme de bastoane, cum îl avem în Laborator. Se mai prepară prin electroliza soluțiilor de $Cl\,Na$.

$NO_3\,Na$ salpetru de Chili.

$Al\,F_6\,Na_3$ este Criolita (Groenlanda).

SO_4Na_2 și SO_4HNa se prepară din $Cl\,Na$ cu acid sulfuric.

$ClO\,Na$. Se obține trecând Cl prin soluție rece și diluată de $Na\,OH$. Se mai obține direct din electroliza soluției de $Cl\,Na$, căci când clorul se amestecă cu $NaOH$ avem relația

$$Cl_2 + 2NaOH = ClONa + ClNa + H_2O$$

Soluția de $ClONa$ numită Eau de Labarraque este întrebuințată ca decolorant, desinfectant. I se spune uneori și apă de *Javelle*, de și în apa de *Javelle* avem $ClOK$.

$S_2O_3Na_2$. *Tiosulfat de Sodiu* sau *hiposulfit de Na*. Joacă rol în fotografie. El *leagă* clorul și de aceia i se spune *anticlor*

$$Cl_2 + 2S_2O_3Na_2 = 2ClNa + S_4O_6Na_2$$

Tetrationat de sodiu.

Borax $B_4O_7Na_2 . 10H_2O$.

Potasiul sau Kaliul, K.

Se găsesc în natură numeroase combinații de K. Așa avem *Silvina* ClK, cristalizată în cubi.

Carnalita $Mg\,Cl^2\,ClK$ la Stassfurt. Din ea se extrage

clorura de Potasiu. Se mai găseşte potasiu în numeroase roci, ca *feldspatul potasic, mica potasică*. Din acestea prin acţiunea apei, bioxidului de carbon din aer şi prin schimbările anotimpurilor se produc săruri de K, cari duse de ape, sunt absorbite în pământ. De aceia găsim săruri de K în terenurile arabile, absolut trebuitoare creşterei plantelor. In fig. 79 avem fasole crescute fără săruri de *K* şi cu săruri de K In pământ mai găsim azotat de K şi am descris pe larg la acidul azotic modul de preparare a lui.

Fără săruri de K — Cu săruri de K

Fig. 79

Potasiul metalic se obţine prin electroliza hidroxidului KOH topit ori a clorurei K*Cl* topită. Metalul proaspăt tăeat este alb ca argintul. In aerul umed el pierde imediat strălucirea. Potasiul discompune apa cu putere. Din aceste cauze el se păstrează, ca şi sodiul, în flacoane sub *petrol*.

Dintre combinaţii citãm :

K_2O oxid de potasiu ;

K_2O_4 ori KO_2 *peroxid de K*, rezultă la arderea potasiului metalic în aer. Pus în apă dă KOH, H_2O_2 şi Oxigen.

In comerţ se găseşte un amestic de peroxid de Sodiu (Na_2O_2) şi peroxid de K (K_2O_4), care cu apă dă oxigen şi are întrebuinţări tecnice sub numele de *Oxilită*.

KOH, hidroxid de potasiu, întrebuinţat în laboratoare. Este obţinut din $CO_3K_2+Ca(OH)_2$ sau $SO_4K_2+Ba(OH)_2$ De asemenea din electroliza soluţiilor de *ClNa*.

Clorura de K. Cl K. Se prepară din depozitele de la *Stassfurt* şi din leşia obţinută din cenuşa rămasă de la arderea plantelor (*Varecs*), de asemenea din resturile de la sfecle, etc... Este productul din care se prepară celelalte combinaţii de potasiu.

KBr, bromură de K, întrebuinţată în medicină, fiind un calmant preţios.

IK iodura de potasiu.

CNK. Cianura de potasiu. Este întrebuinţată în argintare şi la depunere de pături de aur pe obiecte metalice. De asemenea este întrebuinţată la extragerea aurului.

Cloral de potasiu ClO_3K. Se prepară prin mai multe metode. Cităm prepararea prin electroliza unei soluţii de *Cl*K la temperaturi între 50° —60°. Este cristalizat. Se topeşte la 370°. Serveşte la prepararea oxigenului. Este întrebuinţat la fabricarea capselor, a unor pulberi pentru focuri de artificii, la prepararea unor explosibile extraordinar de *brisante*, *Chedite*; se mai întrebuinţază la fabricarea chibriturilor (fără sulfure), precum şi a chibriturilor fără fosfor.

ClOK în soluţie se numeşte apă de *Javelle* întrebuinţată ca oxidant, decolorant, desinfectant. De multe ori se dă acest nume şi apei cu *Cl*O*Na*.

SO_3HK. Bisulfat de K.

SO_4K_2 Sulfat de K.

NO_3K. *Azotat de K. Nitru, sau Salpetru.* Am arătat la descrierea acidului azotic cum se formează în pământ şi ce întrebuinţări numeroase are. De aceia s'au căutat multe metode de preparare.

a) Transformarea $NaNO_3$ în KNO_3 Se dizolvă $NaNO_3$ în apă ferbinte; la soluţia foarte concentrată se adaogă *Cl*K; de oarece *NaCl* este puţin solubilă la temperatură înaltă, ea se depune parţial la temperatura de ferbere

$$NaNO_3 + ClK = NaCl + NO_3K$$

In soluţie avem mult KNO_3 şi încă ceva *NaCl*. Prin răcire solubilitatea *azotatului de K* scade şi substanţa cristalizează dând KNO_3 cristalizat. Incălzind într'o prubetă azotat de K el se topeşte la 340°. Topit este oxidant, ceea ce se vede puind în corpul topit cărbune incandescent; adăogând floare de Sulf, ea se aprinde.

Serveşte la prepararea prafului de puşcă cu fum, fiind amestecat cu C şi S, a pulberei pentru mine.

Focurile întrebuinţate în pirotecnie. Dăm reţetele câtorva amesticuri cari aprinse, ard cu fum puternic; coloarea focurilor atârnă de substanţa întrebuinţată.

foc roş.		*foc verde*		*foc galben*	
Azotat de Stronţiu	340	$(NO_3)_2Ba$	340	NO_3Na	300
Clorat de potasiu	200	ClO_3K	200	Sulf	100
Sulfure	100	Sulf	100	Sb_2S_3	20
Sulfură de Stibiu	40	Sb_2S_3	20	Cărbune fin	7
Cărbune fin	1	Cărbune	4		

Amestecând azotaţi cu gomme-laque avem focuri colorate fără fum.
Azotat de Stronţiu 83 părţi şi gomme laque 17, *foc roş*
Azotat de Bariu 83 17, *foc verde.*

Carbonat de potasiu. CO_3K_2. Este a doua substanţă importantă, din care se prepară combinaţiile de potasiu. Se extrage din leşia obţinută cu cenuşa plantelor terestre; apoi din resturile de la *melasă*, după fermentare şi distilarea romului de asemenea din sudoarea din lâna oilor etc.

Săruri amoniacale.

Din unirea amoniacului cu ac. clorhidric rezultă, cum am văzut clorura de amoniu $NH_4\,Cl$. Din unirea ac. azotic cu amoniacul avem azotat de amoniu $NO_3.NH_4$. Cum se vede există grupa NH_4 care joacă rol de metal monovalent. Grupa aceasta poate trece dintr'o combinaţie în alta, cum trece atomul de Sodiu ori de potasiu. Acest lucru se vede din reacţiile următoare:

$$ClNa + SO_4H_2 = SO_4HNa + HCl$$
sulfat acid de sodiu

$$ClNH_4 + SO_4H_2 = SO_4H.NH_4 + HCl$$
Sulfat acid de amoniu

Dar sulfatul acid de amoniu poate rezulta şi din adiţiune de amoniac la ac. sulfuric

$$SO_4H_2 + NH_3 = SO_4H.NH_4.$$

Grupul NH_4 joacă rol de metal monovalent. De aceia sărurile amoniacale se studiază o dată cu acelea de *K* şi *Na*.

Calciul, Ca.

Metalul se obţine prin electroliza clorurei de calciu $CaCl_2$, topită. Este bivalent.

Este metal alb, strălucitor. Este atacat cu încetul de aerul uscat, repede de cel umed. Discompune apa la temperatura ordinară, dând H_2;

$$H_2O + Ca = CaO + H_2$$

Iar CaO cu apa dă $Ca(OH)_2$.

Se combină cu H la temperatură înaltă dând CaH_2 *Hidrura de Calciu* şi cu N dând Ca_3N_2, azotura de Calciu. Cu O avem Oxidul de Calciu (Varul). Incălzind varul cu C în furnal electric se obţine *carbura de Calciu*. $Ca\,C_2$, care cu apa dă *acetilen*

$$C_2Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

Incălzind la roş carbura de Calciu, în azot, ea absoarbe azotul dând *cianamida calcică* (Var azot)

$CN—NH_2$ — Cianamida

$CN—NCa$ — Cianamida calcică

Aceasta cu apă dă *amoniac*.

$$CaCN_2+3H_2O=CO_3Ca+2NH_3$$

Cianamida calcică este întrebuinţată ca îngrăşăminte agricolă.

Fluorura de Calciu, CaF_2. Ca mineral se numeşte fluorina. Cristalizează în sistemul cubic, prezentând o *maclă* formată din 2 cubi cari se *pătrund*, fig. 80.

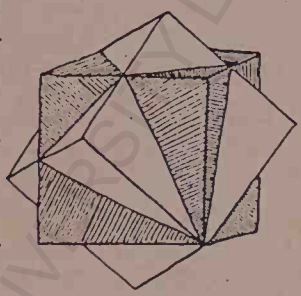


Fig. 80.

Clorura de Calciu. Se obţine la prepararea CO_2.

$CO_3Ca+{}_2HCl=CaCl_2+CO_2+H_2O$.

Din soluţie obţinem prin evaporare cristali $CaCl_2$. $6H^2O$. Aceşti cristali cu ghiaţa dau temperaturi de circa —40°. Clorura de calciu topită este foarte avidă de apă; de aceia este întrebuinţată la uscarea gazurilor.

Carbonat de Calciu. — Se întâlneşte sub diferite forme:

1. Cristalizat sub formă de romboedri, constitue *spatul de Islanda*, foarte întrebuinţat în Optică.

2. Altă dată îl găsim sub formă de prisme cu baza de dreptunghiu, atunci se numeşte *Aragonită*.

3. Altă dată are numai în interior ţesătură cristalină, fără formă exterioară de cristal. Sub forma aceasta este numit calcar zaharoid ori *marmoră*, foarte preţuită pentru întrebuinţările ei. O găsim colorată foarte diferit dela alb până la negru. Din marmora albă de *Carrara* (Italia) se fac statui. Marmora din insulele *Paros* şi *Naxos* a servit ca material la operile de artă ale sculpturei greceşti:

4. Catene întregi de munţi sunt formate dintr'un carbonat de calciu numit *calcar*, de culoare galbenă-cenuşie, fiind de multe ori format din mici *cristale*. Aceasta serveşte ca piatră de zidărie sau la prepararea varului, a sticlei... Este forma cea mai răspândită a calcarului.

Uneori calcarul formează granule (grăunţe) mari cât boabe'e de mazăre, unite la un loc (calcar pisolitic) alteori mai mici (calcar oolitic). Din apele cari au CO^2 se depune de multe ori carbonatul de Calciu

formând *cruste* (coji, ţurţuri,) în jurul isvoarelor (Karlsbad); alte ori formează în peşteri *stalactite* şi *stalagmite*.

Un calcar dens, compact, serveşte la litografie şi se numeşte *calcar litografic*. Pentru litografiare se procedează în felul următor: Se scrie pe piatră cu un creion gras. Se udă piatra şi se dă cu o cerneală grasă, care aderă numai pe locurile scrise. Apoi se aşează foaea de hârtie.

Creta e calcar provenit de la scoicile unor animale (foraminifere) cari au trăit în epoci îndepărtate.

Când carbonatul de calciu este asociat cu acel de Magneziu avem mineralul *Dolomia*. Amestec de calcar şi argilă constitue *Marna*.

Am văzut că acizii atacă carbonatul de Calciu punând în libertate CO_2

Invers trecând curent de CO_2 prin *apa de var*, se formează CO_3Ca insolubil, care tulbură apa. Dacă trecem mai mult bioxid de carbon, carbonatul de calciu se disolvă, trecând în *bicarbonat de Calciu*, solubil de formula

$$\begin{matrix} CO_3H \\ CO_3H \end{matrix} \diagdown\!\diagup Ca$$

Această reacţiune joacă un mare rol în natură. Apa încărcată cu bioxid de Carbon trecând peste stâncele calcaroase disolvă cantităţi mari de carbonat de calciu, pe care-l depune:

a) în fundul mărilor.

b) La eşirea din pământ, apele cu mult bioxid de carbon pot depune mult calcar formând crustele, de cari am vorbit mai sus.

c) Aceste ape căzând picătură cu picătură din bolţile peşterilor depun carbonatul de calciu sub forma de coloane atârnate de bolţi stalactite ori fixate de peretele de jos al peşterei (stalagmitele).

d) Se poate depune carbonatul de calciu pe diferite obiecte, luând forma acestora. Când se depune pe plante, pe muşchi etc. formează *tuful calcaros*.

e) Pentru regnul animal CO_3Ca este deasemenea de mare importanţă.

Animalele absorb calciul, de care au nevoie pentru oase, coajele ouălor la păsări, scoici, cojile protectoare dela raci, moluşte, mărgean recife madreporice.

In România găsim *carbonat de Calciu* foarte răspândit în Mehedinţi, Gorj. Vâlcea, Bucegi, Dobrogea sub formă de calcar, marmoră.

Oxid de Calciu Ca.

Experienţă. Intr'un creuzet de porţelan, se încălzeşte o bucată de marmoră mai multă vreme cu suflaiul de picior. După încălzire tratată cu acid nu mai arată efervescenţă, căci prin încălzire s'a dezvoltat bioxidul de carbon şi a rămas CaO, adică varul.

In cantități mari varul se prepară în industrii prin încălzirea carbonatului de Calciu, *piatra de var*. Cuptoarele întrebuințate sunt *intermitente* ori continue.

Cuptioare intermitente. — Sunt zidite din cărămizi, având înălțimea de 3—4 m. Pentru a pune cuptiorul în acțiune se construește un fel de boltă din pietrele cele mai mari și se umple cu pietre mai mici. De desupt se dă foc la combustibil, lemn. După 12 ore tot CO_2 a fost îndepărtat. Se lasă cuptiorul să se răcească și se scoate varul. Reacția chimică care are loc este redată de formula $CO_3Ca = CO_2 + CaO$

E nevoe de o bună tragere a cuptiorului, pentru ca CO_2 să fie total îndepărtat. In acelaș scop se întrebuințează piatra umedă, a cărei

Fig. 80 bis

Fig. 81

apă sub formă de vapori îndepărtează gazul CO_2. După ce se scoate varul, cuptiorul se umple din nou și operația se repetă.

Cuptioare continue. — Când este nevoe de preparat cantități mari de var, cari pot fi transportate repede, încălzirea se face fără întrerupere. De aceia aceste cuptioare întrebuințează mai puțin combistibil. Forma este ovoidă, ca cea din (fig. 81) In *a* se face foc. Combustibilul nu vine în contact cu piatra de var, care umple cuptiorul. Arderea e întreținută de aerul care este tras în sobă prin o anumită deschidere. Soba are alte deschideri pentru scos cenușa și varul. Pe la partea de sus se toarnă în sobe piatra de var. Când este nevoe, partea de sus este construită, ca să se poată prinde gazurile foarte bogate în CO_2, cum este în fabricele de zahăr sau în industria Sodei, după procedeul *Solvay*, cari utilizează gazul CO_2 format.

De oarece calcarul din care s'a preparat varul conține totdeauna corpuri străine, după natura și cantitatea acestora, deosebim mai multe feluri de var.

1. *Var gras.* — Este cel mai curat, de coloare albă. Pus în apă dezvoltă o cantitate mare de căldură; apa se înfierbântă până la ferbere. Operaţia asta este cunoscută sub numele de stingerea varului. In stingere CaO cu apă dă hidroxidul $Ca(OH)_2$, cu desvoltare de căldură. Acest hidroxid este foarte puţin solubil în apă. Soluţia limpede este apa de var; restul alb, varul stins cu apa formează *laptele de var*.

2. *Varul slab.* — Are corpuri străine, ca oxid de Magneziu, prea multă argilă şi ceva oxid de fer. Este cenuşiu şi prin stingere cu apa dezvoltă mult mai puţină căldură.

3. *Var hidraulic.* — Este varul obţinut dintr'un carbonat de calciu, care are 10%—30% argilă. Sub apă se întăreşte. De aceia este întrebuinţat la facerea de construcţii sub apă sau în locuri umede. Din cauza acestor întrebuinţări poate fi preparat, prin încălzirea unui amestec de cridă (4 părţi) şi o parte argilă. Operaţiei de încălzire puternică i se dă numele de *calcinare*.

Cimentul. — Când pietrele calcaroase conţin 30%—60% argilă, varul obţinut prin calcinare se numeşte *ciment*. Se poate face amestecul de calcar curat şi argilă (circa 40%) în chip artificial şi apoi îl supunem calcinării. Tratat cu apă cimentul formează o masă, care se solidifică repede, fie în aer, fie sub apă.

Tencueli. — Amestecurile de var stins şi nisip întrebuinţate la construcţii (între pietre ori cărămizi) constitue *tencuelile aeriene*. Tencuelile acestea în aer se întăresc, prin faptul că varul se combină cu CO_2 pentru a forma carbonat; s'a putut dovedi, că bioxidul de Siliciu nu se combină cu varul.

Când s'au văruit de curând pereţii unei camere, se constată că ei *asudă*; oxidul de Calciu dă cu CO_2 din aer, carbonat iar apa eliberată se depune pe pereţi. Acţiunea aceasta poate fi arătată experimental. Se lasă să se usuce *varul stins* în aer, apoi se usucă într'o capsulă prin încălzire uşoară. Prin cântărirea capsulei înainte şi după încălzire se constată că ea pierde puţină apă. Varul stins, astfel uscat

este pus în tubul orizontal, ori în balonul arătate în fig. 81 bis. Peste dânsul se trece un curent de CO_2 uscat; pentru a uşura reacţia chimică, tubul orizontal şi balonul sînt încălzite. Apa se condensază fie în tubul în U răcit, fie prin refrigent. Varul stîns

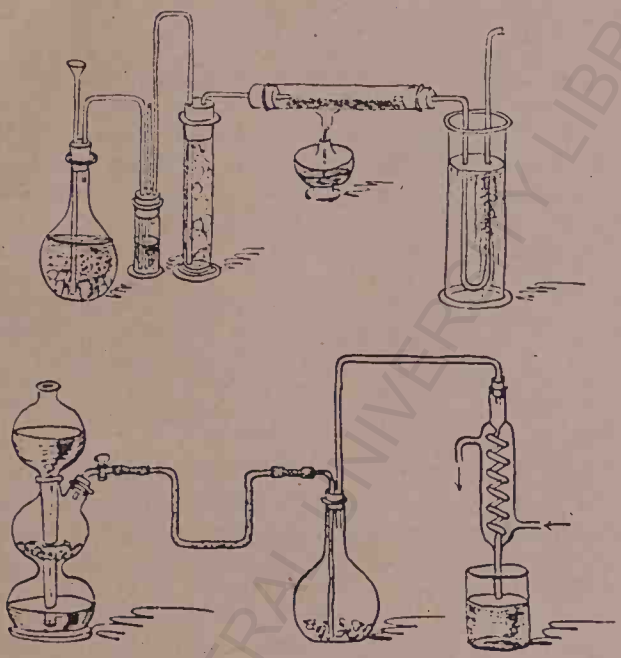


Fig. 81. bis.

întrebuinţat cu un acid dă acum *efervescenţă*. Dacă încălzirea varului stins şi uscat am face-o trecând curent de aer fără CO_2 cantitatea de apă dezvoltată este cu mult mai mică.

Odată cu întărirea tencuelei se produce şi un fenomen de *adeziune*, care fixează puternic tencuiala de cărămizi ori pietrele întrebuinţate la construcţie. Tencuelile făcute cu var slab nu *leagă* bine cărămizile ori pietrele, la construcţie.

Pentru a grăbi uscarea pereţilor de curând văruiţi (spoiţi, vopsiţi cu var) se recomandă să se ardă în cameră cocs ori mangal; bioxidul de Carbon dezvoltat ajută la eşirea apei, iar căldura la evaporarea ei.

In ce priveşte întrebuinţarea cimentului, vom arăta-o când ne vom ocupa de argile.

Clorura de var. — Se obţine trecând clor gazos prin lapte de var. Este o sare formată prin înlocuirea prin *Ca* a doi atomi de Hidrogen din doi acizi deosebiţi, acid hipocloros, *Cl*OH, şi Acid clorhidric *Cl*H Putem arăta aceasta astfel :

$$\begin{matrix} ClO.H \\ Cl.H \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} ClO \\ Cl \end{matrix} \diagdown\!\diagup Ca$$

Substanţa albă se găseşte în comerţ sub numele de *Clorură de var.* Miroase a clor, căci chiar acizii slabi, cum este ac. carbonic din aer, o discompun, dând acid hipocloros, puţin stabil, care dă Clor. Rufele *ude* sunt puse în apă care are în soluţie clorură de var. Dacă vrem să grăbim acţiunea de decolorare, se mai adaogă ceva soluţie acidă fie de oţet, fie de acid clorhidric. După înălbire ele se clătesc în apă, la care se adaogă ceva hisposulfit de sodiu (*anticlor*) pentru a înălţura Clorul rămas.

Pentru a şterge o pată de *vin roş*, de exemplu, se udă cu apă, apoi cu oţet şi se expune la acţiunea soluţiei de *Javelle* ori de *Labarraque* numite *şi apă de scos petele*. După decolorare se spală bine cu apă.

Sulfat de Calciu. SO_4Ca

In natură îl întâlnim : 1. fără apă, având compoziţia corespunzătoare formulei SO_4Ca. Se numeşte *anhidrită*. 2. Cu apă după formula $SO_4Ca.2H_2O$, când se numeşte *gips*.

Fig. 82

Gipsul cristalizat în prisme clinorombice formează de multe ori coloane de circa 30 cm. de lungime. Uneori doi cristali se asociază formând *macle* în formă de *fer de lance*, fig. 82.

Uneori se întâlneşte în fibre lungi cu aspect de sidef ori de mătasă se numeşte *gips fibros* (Dâmboviţa, la Bărbăteşti în Vâlcea). Alte ori este *lamelar*. Lamele transparente erau întrebuinţate la geamuri. Uneori din lamele se fac cilindri de lampă (nu se strică), lame la sobe,... căci rezistă la căldură. Asociaţii de lamele se găsesc la *Constanţa*, formând ceeace se chiamă *creastă de cocoş*.

Există și gips granular format din cristali mici, translucid; se numește atunci *alabastru*, din care se fac *vaze*, suporturi de ceasornice, statuete etc...

In România găsim *gips* la Văideni (Fălciu), Pucioasa (Dâmbovița).

Ipsos. — Gipsul încălzit la 110° pierde o parte din apă și se transformă într'o pulbere numită *ipsos*. Dacă amestecăm pulbere de ipsos cu apă, după câtva timp sulfatul de Calciu își reia din nou apa, volumul crește și masa întreagă se întărește. De aceia ipsosul trebue ferit de umezeală. Incălzit la 200°, pulberea obținută nu mai reia apa și deci nu mai poate fi întrebuințată.

Din cauza proprietăților lui, ipsosul este de multe ori întrebuințat la facere de tencuieli, la facerea de figuri de gips, la luare de tipare de pe monede, medalii, la fixat lemne în pereți, etc.

Amestecat cu cleiu se întărește mai încet, dar în cele din urmă devine foarte dur și poate fi luciet. Cu oxizi metalici poate fi colorat luând aspectul marmorei. El se numește acum *ștuc* și servește la împodobit casele, plafoanele camerilor etc. Mase foarte tari se obțin din ipsos și alun. Avem astfel marmoră artificială.

Experiență. — Cu o petică muceată în untdelemn se freacă bine o față a unei medalii ori monede metalice; cu o bucată de hârtie se înconjuară marginea monedei, ținută cu fața frecată în sus. Se toarnă acum peste monedă *laptele* făcut din apă cu pulbere de ipsos (1 parte ipsos și 3 părți apă). După câteva minute gipsul s'a întărit. Moneda se disface ușor și pe ipsosul întărit avem acum o copie *negativă* a monedei. Părțile ridicate ale monedei sunt acum înfundate și cele adânci sunt ridicate.

Avem așa *tiparul negativ* al monedei. Frecând-o bine cu undelemn și repetând operația vom avea reprodusă față monedei așa cum este ea.

Se mai întrebuințează în chirurgie la facerea bandajelor.

In apă se găsesc totdeauna sulfat de Calciu, bicarbonat de Calciu, săruri de Magneziu etc. Când apa este fiartă în cazanele fabricelor, se depune pe pereți atât sulfat de Calciu cât și Carbonat de *Ca*. Depozitul acesta numit *piatră*, trebue îndepărtat din când în când, căci altfel, au loc de multe ori explosii, în căldările mașinelor.

Când cantitatea sărilor de calciu și magneziu în apă este prea mare, acestea tratate cu săpun dau naștere la săruri de calciu și magneziu insolubile. La spalatul rufelor se consumă mai mult săpun. De ase-

menea carnea şi legumele ferb mai greu într'o astfel de apă. In special apele cari conţin mult sulfat de Calciu se numesc ape *selenitoase*.

Fosfaţi de Calciu. — Fosfatul tricalcic $(PO_4)_2\ Ca_3$ se găseşte în oase (80%). Ca mineral se numeşte *fosforită*. Există şi combinaţii de fosfat tricalcic cu $CaCl_2$, ori $Ca\ F^2$ numite *apatite* $CaCl_2+3(PO_4)_2Ca_3$ sau $CaF_2+3(PO_4)_2Ca_3$. Fosfatul *tricalcic* este insolubil în apă.

Fosfatul secundar de Calciu PO_4HCa este de asemenea insolubil.

Fosfatul primar de Calciu $(PO_4H_2)_2Ca$. Este solubil în apă şi serveşte, amestecat cu gips, ca îngrăşăminte agricolă sub numele de *superfosfat*. Se obţine tratând oasele cu acid sulfuric

$$(PO_4)_2Ca_3+2H_2SO_4=2CaSO_4+(PO_4H_2)_2Ca$$

STICLA

Lectură.

Numai silicaţii de *Na* şi K sunt solubili şi am văzut că se întrebuinţează în practică aşa numita *sticlă solubilă* (silicat de *Na* dizolvat în apă) în diferite împrejurări. Dacă la soluţia de silicat (sticlă solubilă) adăogăm soluţie de Clorură de Calciu se obţine silicat de calciu insolubil. Turnând în forme amestec de sticlă solubilă cu năsip şi adăogind soluţie de Clorură de Calciu, se obţine prin întărire o masă tare ca piatra (pietre artificiale).

Topind amesticuri de anumiţi silicaţi se obţine prin răcire o masă amorfă, transparentă, dură, lucitoare, sfărâmicioasă, care nu este atacată de apă şi nici de multe alte lichide. Aceasta este sticla.

Pentru fabricarea diferitelor feluri de sticle, se întrebuinţează ca material, următoarele substanţe: 1. quarţ (fără fer), nisip, adică bioxid de siliciu;

2. Carbonat de Sodiu, carbonat de potasiu, uneori sulfat de Sodiu; 3. Carbonat de Calciu (fără fer); Marmoră, cridă. 4. Oxidul de plumb numit *Minium*. Alte ori oxid de zinc.

5. Pentru decolorare se întrebuinţează bioxid de mangan, alte ori trioxid de arsenic sau azotat de potasiu, cari prin oxigenul lor ard cărbunele aflator în masa topită a steclei; ele au acţiune şi asupra ferului.

6. Pentru sticle colorate se întrebuinţează oxid de Cobalt ori de Cupru (pentru a avea sticle albastre), oxid de fer şi de Uran cu cărbune (sticlă galbănă), oxid de Crom ori de fer (oxid feros; coloare verde) oxid cupros şi purpură de aur (sticle rose), pulbere de oase calcinate (sticlă albă, lăptoasă), oxid de Staniu (albă, opacă, *email*). Din aceste din urmă se fac globurile de lămpi, scale la termometre etc.

Se fac amesticuri de materiale, după sticla pe care vrem s'o obţinem

şi se pun în *cuptioare*, construite din pietre, cari rezistă la foc. Incălzirea în cuptioarele moderne se face prin oxidul de carbon obţinut când se arde *cocs* în pături groase; aerul care serveşte la ardere este introdus pe la partea de jos, iar din pătura de Cărbune incandescent ese amesticul de *Oxid de Cărbune cu azot* (gaz generator, *Siemens*).

Materialul este pus în creusete de argilă rezistentă şi la foc şi la sticla licidă, puse în cuptioare. De obiceiu se topeşte materialul noaptea, pentru ca masa topită să fie lucrată ziua. Materialul este introdus în creusete când temperatura a ajuns cam la 1200^0. Din CO_3Na_2, SiO_2 şi $CaCO_3$ avem o masă licidă de silicat dublu de Calciu şi Sodiu obţinută după reacţia.

$$CO_3Na_2 + 2SiO_2 + CO_3Ca = SiO_3Ca.SiO_3Na_2 + 2CO_2$$

Masa topită dizolvă încă bioxid de Siliciu.

In timpul topirei se dezvoltă mult CO_2. Se lasă apoi să se scoboare temperatura până la 700^0—800^0 şi după aceasta este pusă în lucru sticla topită. In acest scop lucrătorii întrebuinţează tuburi de fer de circa 1.5 m de lungi, prevăzute cu mâner de lemn.

Din sticlă se fac:

1. Diferite vase: baloane, pahare, în cari se vor pune lichide.
2. Table de sticlă.
3. Sticle de oglinzi.
4. Tuburi de sticlă.

Pentru a face un vas, lucrătorul vâră în masa topită capătul tubului de fer; o parte din sticlă rămâne atârnată de tub. Prin suflare lucrătorul umflă sticla, pe când el dă tubului mişcări pendulare, în

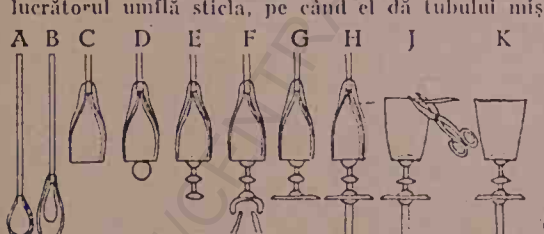


Fig. 83.

Fig. 84.

colo şi încoace. Când balonul format este potrivit, lucrătorul îl introduce în forme de lemn şi suflă puternic, până ce sticla ia forma vasului. Prin atingere cu un fer rece sticla plesneşte şi tubul de fer este separat de sticlă. Se cere lucrătorului multă îndemnare, în executarea unui vas de sticlă. Fig. 83 arată diferitele faze în fabricarea unui pahar cu picior. In A se vede jos masa de sticlă; la B ea este suflată; la C este mai mult suflată şi prin apasare repede pe o placă de fer fundul devine plan. In D i se lipeşte o sferă

de sticlă, căreia cu un cleşte i se dă forma din E; la F i se mai adaoge un mic vas de sticlă ferbinte format prin suflarea puternică a unui balonaş ca cel dela B, aşa că a plesnit; în G partea adaosă este transformată în picior. La H se atinge sticla ferbinte cu un fer rece; sticla plesneşte, tubul de suflat este îndepărtat. Părţile J şi K din figura se înţeleg. Paharul ferbinte este pus în *soba de răcire*. Proprietăţile sticlei atârnă de modul de răcire. De obiceiu răcirea se face cu încetul.

Dacă încălzim obiectele de sticlă până ce masa începe să se înmoae şi dacă le răcim brusc de câteva sute de grade, prin cufundare repede în oloiu ferbinte se obţine o *sticlă mai dură* şi mai rezistenţă la lovire ori variaţii de temperatură. Se întrebuinţează în laboratorii de multe ori pahare, baloane, capsule pregătire în acest fel. Tot aşa se pregătesc cilindre pentru lămpi. Totuşi în astfel de obiecte echilibrul molecular nu este destul de stabil. Dacă din întâmplare sunt zgâriate, de exemplu, cu un fir de nisip, ele plesnesc, prefăcându-se în ţăndări. Această lipsă de echilibru suficient se arată la *lacrimele batavice*, ori la *fiolele filosofice*, (flacoane boloneze). Dacă se toarnă picături de sticlă topită în apă, masa se solidifică brusc; în interior se găsesc de multe ori locuri goale. Dacă rupem (cu o petică) vârful unei *lacrimi batavice* de acestea (*li se* spune şi lacrămi de sticlă), toată masa de sticlă plesneşte cu un zgomot caracteristic. Fig. 84.

Dacă prin dechiderea *a* a unui flacon (fiola filosofică), întroducem

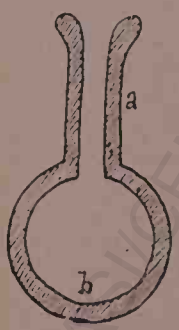


Fig. 85

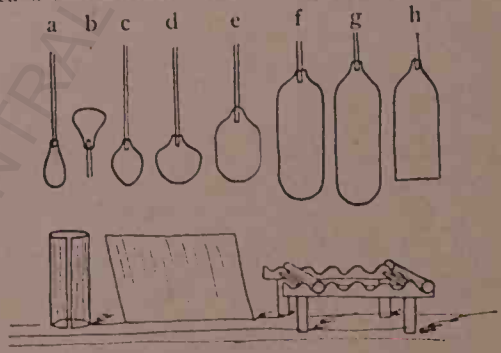


Fig. 86

un vârf cu diamant şi zgâriem flaconul la *b*, pe fund, în interior, toată sticla se preface în ţăndări. Fig. 85.

2. *Sticla de geamuri.* Sunt table de sticlă, de diferite grosimi. Pregătirea o face lucrătorul prin suflare, cum se arată în figură, *a*—*g*; când cilindrul a atins lungimea voită, lucrătorul, astupă cilindrul de suflat cu degetul şi pune cilindrul în sobă; căldura dilată aerul, care transformă fundul într'o beşică foarte subţire; aceasta la urmă ples-

neşte. Lucrătorul ţine acum tubul orizontal şi-i dă mişcare de rotaţie; părţile mai de jos, cari se găsesc sub puterea centrifugă, se îndepărtează şi se obţine astfel cilindrul *h*, deschis jos. Cilindrul este pus pe suportul de lemn *i*; cu un fer rece se desprinde tubul de suflat de cilindru. Un capăt al cilindrului este strâmbat, prin forma rotundă. Acest capăt este îndepărtat prin un fir de sticlă ferbinte şi un fer rece. Rămâne să se deschidă cilindrul ferbinte prin un baston de fer incandescent cu care lucrătorul trage o linie pe o generatrice a cilindrului. Se udă linia astfel înferbintată, sticla plesneşte. Se obţine forma *K*. Cilindrul este pus în sobă pe o placă de piatră şi când a devenit moale, este întins cu bastoane de lemn şi transformat complect într'o placă plană. Aceasta se pune în soba de răcire. Fig. 86.

3. Sticla de oglinzi şi cea groasă de geamuri pentru vitrinele magazinelor, este *turnată* în forme, pentru a avea feţe paralele. Ea este apoi *şlefuită*.

4. Tuburile de sticlă se fac, începând cu un tub de sticlă cu părete gros; acesta este încălzit şi un al doilea lucrător îşi lipeşte tubul, la capătul celalt. Apoi cei doi lucrători se îndepărtează cât mai repede. Tuburile obţinute sunt tăete. Incălzite din nou şi trase, ele sunt transformate în tuburi de lungime şi diametre felurite, de la tuburile cu deschidere mare, până la acelea, cari servesc la barometre, ori cele capilare (la termometre) etc.... Fig. 87.

După compoziţia chimică sticlele se împart în:

1. **Sticla comună** (*silicat de calciu şi sodiu*). Din ea se fac geamuri, butelii, aparate chimice etc.

2. *Silicaţi de calciu şi potasiu*; *se topeşte cu greu*. Prin şlefuire sticla

Fig. 87

aceasta capătă un luciu special. Se numeşte din cauza aceasta şi *cristal uşor*.

Crownul este o sticlă întrebuinţată la fabricarea instrumentelor de optică.

Sticla de Boemia, greu fusibilă. De aceia e întrebuinţată în chimie la operaţii cari au loc la temperaturi, la cari silicatul de *Ca* şi *Sodiu* se topeşte.

3. *Silicaţi de Plumb şi Potasiu.*

a) *Flintul.* Intrebuinţat pentru fabricarea instrumentelor de optică. Din el se fac prisme, lentile..

b) *Strass.* Cu el se imitează pietrele preţioase; se obţin: diamant, rubin, safir, smaragd, topaz.... artificiale.

c) *Cristalul.* Este greu. Din el se fac diferite obiecte ca: pahare, gărăfi, vase pentru decor, etc...

Sticlele colorate au numeroase întrebuinţări. Unele sunt transparente, altele translucide sau chiar opace. Când au oxid de Staniu sunt opace; sunt tăcte în bucăţele mici, din cari se fac, după model, diferite *mosaicuri*.

Din sticle colorate se fac *mărgelele*, a căror fabricaţie constituia multă vreme o specialitate a *Veneţiei*.

Când asupra unei sticle se aruncă grăunţe de nisip cu ajutorul unui curent de aer (de la un suflai), firele de nisip *rod* sticla. Dacă pe sticlă se acoper anumite părţi, după un desemn dat, cu o pastă făcută din făină şi cridă în pulbere, firele de nisip rod numai partea neacoperită, şi rezultă astfel figuri pe sticlă. De obiceiu gravarea se face în felul acesta. Alte ori se utilizează, pentru gravare, vaporii de acid fluorhidric, sau soluţii de fluorhidraţi.

Istoricul sticlei. Lectură: Scriitorii vechi atribue sticla *Fenicienilor*. Cercetările din ultimii timpi arată că sticla era cunoscută de Egipteni, cu mult înaintea Fenicienilor, căci pe monumentele de la *Theba* şi *Beni Hassan* cari datează de pe la 2400 ani înainte de Hristos, se găseşte descrisă în figuri arta de a sufla sticla.

Obiectele găsite în mormintele faraonilor dovedesc că egiptenii cunoşteau şlefuitul sticlei, tăiatul ei, colorarea şi imitarea pietrelor preţioase. Ei fabricau sticla din carbonatul de Sodiu depus din lacuri, prin topire cu nisip şi calcar. Grecii au întrebuinţat mai puţin sticla. Din contra în timpul romanilor, mai ales sub împăraţi, ea era mult căutată pentru împodobirea palatelor, facerea de geamuri etc., cum se vede din descoperirile făcute la *Pompei*. Pentru fabricarea sticlei se aduceau lucrători din Egipt. Cu *Constantin cel mare* Bizanţul deveni locul de căpetenie pentru fabricarea sticlei. Împăratul aduse lucrători din toate părţile imperiului şi timp de 500 de ani *Bizanţul* a furnizat piaţa mondială cu obiecte fabricate din Sticlă. Când Imperiul de Răsărit începu să decadă, mulţi lucrători trecură după anul 1200 în *Veneţia*. Se stabiliră fabrici în insula *Murano*. Către 1490 supravegherea fabricilor fu încredinţată preşedintelui Consiliului de zece, care iubea fabricile „ca lumina ochilor". Prin sec. 16 şi 17 erau vre'o 8000 de lucrători ocupaţi în aceste fabrici. Vasele de sticlă, mărgelele, pietrele preţioase false erau vândute în celelalte ţări ale Europei pe preţuri mari şi Veneţienii au căutat să iee măsuri ca se-

cretele fabricării să nu treacă la străini. Fuga lucrătorilor și trădarea acestor secrete erau pedepsite strașnic.

Cu toate acestea, probabil prin suflătorii de sticlă fugiți din Veneția, începu o industrie a sticlei prin sec. 13 și în Germania, în *Fichtelgebrige*, la granița dintre Boemia și Germania. In loc de carbonat de Sodiu se întrebuința carbonat de potasiu, extras din cenușa plantelor terestre. In primăriile unor orașe se păstrează și acum pahare frumos gravate, datând din acele vremuri. Industria sticlei devine înfloritoare, în urma construirei de biserici, stil gotic, cari utilisau sticla la ferești sub forma de *mosaic de sticle*. Produsele artistice lucrate din sticlă erau foarte scumpe. Alte obiecte se găseau mai rar; în casele bogate chiar o garafă ori un pahar erau obiecte de lux. La ferești se punea hârtie udată cu oloiu. In celelalte țări industria sticlei se răspândi încetul cu încetul. In Franța s'a dezvoltat industria oglinzilor cu amalgamă, iar în Anglia s'a fabricat sticla cu plumb. Când în timpul Revoluției franceze *Leblanc* a dat procedeul de fabricare a Carbonatului de Sodiu și când s'a introdus și procedeul *Solvay*, industria sticlei de Sodiu, a luat mare avânt. Perfecționări s'au mai făcut, după ce *Siemens* a introdus procedeul de încălzire *cu gaz generator*, de care am vorbit.

Zincul, *Zn*.

In comerț îl găsim sub formă de plăci și de bastoane. La temperatura ordinară bătut cu ciocanul se sfarmă în bucăți, a căror suprafață de ruptură se arată strălucitoare, de coloare albăstrie. La 100°—150° devine maleabil și poate fi laminat în table. La 200°—300° metalul devine din nou *casant*, așa că poate fi pulverizat. La 412° se topește și poate fi turnat în forme. Din el se fac statuete, picioare de lămpi etc. Foarte întrebuințat e aliajul de Zinc și Cupru, numit *alamă*.

Zincul metalic este oxidabil; la 500° fire de zinc, (ori geluituri) se aprind în aer și ard cu o flacără vie, dând oxid de zinc, *ZnO*, de coloare albă. In aerul uscat la temperaratura ordinară este destul de stabil. In aerul umed metalul se acopere cu o pătură subțire formată din ZnO, Carbonat și ceva apă, care apără metalul de oxidare mai adâncă. Din cauza acestor proprietăți tabla de zinc este întrebuințată la acoperirea caselor, la facerea de uluce, de băi, căldărușe, etc. De asemenea se acoperă cu zinc atât table de fer cât și fire de fer, cari servesc la rețelele ce se pun la garduri, la electricitate. *Ferul*

acoperit cu Zinc se numeşte *fer galvanizat*. Cuvântul *galvanizat* ar putea da loc la idei greşite cu privire la metoda practică de acoperire a ferului; acoperirea se face trecând ferul întâi prin acizi(pentru a-l purifica de oxizii de la suprafaţă) şi apoi prin cufundarea în Zinc topit.

Am văzut că zincul granulat serveşte la prepararea hidrogenului, când este tratat cu acizi. Se mai întrebuinţează zincul în elementele galvanice, unde el este *pol negativ*.

Dintre combinaţii cităm:

Oxidul de zinc. — ZnO se obţine în cantităţi mari prin arderea metalului. In comerţ este cunoscut sub numele de *alb de zinc* (nemţeşte Zinkweiss), este foarte întrebuinţat, căci amestecat cu ulei de in dă o boe(vopsea) albă, cu care se acoper lemnele, uşile, pereţii etc.; amestecat cu grăsime dă alifia de zinc. Oxidul de zinc frecat cu lac de ulei dă coloare albă, întrebuinţată în pictură. Din Zn şi HCl ştim că rezultă *clorură de Zinc* $ZnCl_2$ întrebuinţată la *inpregnarea* lemnului, care astfel nu putrezeşte. Aşa se prepară uneori traversele la căile ferate. Cu ajutorul soluţiei de clorură de zinc se curăţă suprafeţele metalelor, cari apoi alipite, şi încălzite se lipesc. Din Zn şi H_2O_4S obţinem sulfat de zinc, $SO_4Zn\ 7H_2O$.

In laborator preparăm şi sulfura de Zinc, $Zn\ S$. Ea se găseşte în natură şi constitue mineralul numit *blenda*. In sfârşit mai găsim carbonatul de zinc, CO_3Zn, numit ca mineral *calamină*. După cum CO_3Ca prin încălzire dădea var, tot aşa Calamina prin încălzire dă ZnO, oxid de zinc. Acelaş oxid se obţine şi din blendă când o încălzim în aer: sulful dă bioxid de Sulf SO_2

Oxidul de Zinc încălzit cu cărbune dă Zinc metalic şi oxid de cărbune 2

$$ZnO+C=CO+Zn$$

Aceasta-i reacţia întrebuinţată la prepararea zincului metalic în industrie (Anglia, Belgia, Silezia etc.) Aliajul de Zinc şi Cupru, *alama* era cunoscut de cei vechi. Grecii o obţineau încălzind calamina cu cărbune şi Cupru.

Din formulele întrebuinţate mai sus se vede că zincul are *valenţa doi*, este *bivalent*.

Magneziu, *Mg*.

Se obţine Mg metalic prin electroliza clorurei de Magneziu topită. Este un metal uşor; densitatea 1,75. Coloarea alb-cenuşie. Il avem sub formă de fir, bandă, pulbere,...

Am văzut că arde în aer dând oxid de magneziu MgO. Se vede deci că metalul are valența *doi*. Lumina produsă de arderea metalului este așa de puternică, încât este întrebuințată la luare de fotografii din mine, peșteri, interiorul piramidelor, sau în camere cari nu-s luminate în de ajuns.

Clorura de magneziu $MgCl_2$. — Există în apa de mare, de unde se extrage. *Oxidul de Magneziu*, MgO, se prepară și prin încălzirea carbonatului. Acest oxid se găsește în farmacii sub numele de *Magnesia usta*. Are întrebuințări medicinale.

Sulfat de Magneziu. — $SO_4Mg.7H_2O$ numit și sare amară, sare englezească este întrebuințat ca purgativ. Sulfatul de magneziu se găsește în unele ape minerale purgative ca cea de *Sedlitz* (Boemia), *Epsom* (Anglia), *Breaza* lângă Iași.

Lectură. — *Minerale de Magneziu. Carbonat de Magneziu*, CO_3Mg. Ca mineral se numește *giobertită*, ori *Magnesită*, izomorf cu *Spatul de Islanda*. Un carbonat de Magneziu și Calciu $CO_3Mg.CO_3Ca$ constitue mineralul numit *Dolomie*.

Încălzind *Magnesita* peste 300°, ea se descompune cu ușurință și dă CO_2 și MgO.

$$CO_3Mg = CO_2 + MgO.$$

Carnalită. — In depozitele saline de la *Stassfurd* există un mineral de compoziția $MgCl_2.KCl.6H_2O$ numit *carnalită*, pentru că are coloarea roșie ca a cărnii. Din carnalită se extrage și Clorura de potasiu și cea de Magneziu.

Silicați, cari cuprind Magneziu. — Există numeroși silicați cari cuprind *Magneziu*. Așa avem SiO_3H_2. $3SiO_3Mg. = 4SiO_2 3MgO.H_2O$. E unsuros la pipăit. Uneori este lamelar; se găsește la Paringu... Uneori este compact și se poate reduce în pulbere numită *talc* (sau Federweiss), întrebuințată pentru a slăbi frecările dintre corpuri. *Creta* de *Briançon* servește croitorilor la făcut însemnări pe stofe.

Magnezită. — sau *spuma de mare* $3SiO_2$. $2MgO$. $2H_2O = 2SiO_3Mg$. SiO_4H_4. Este poroasă, prinde de limbă. Plutește pe apă.

Olivina. — $SiO_4Mg_2(Fe_2)$. O parte variabilă de Mg este înlocuită cu Fe (de aceia am scris Fe_2 în paranteză). Are un luciu gras ca al untdelemnului Prin hidratare trece în *Serpentină* $2SiO_2.3Mg\ (Fe)O + 2H_2O$. Este fibroasă, se întrebuințează la construcții. Coloarea este uneori verde închis, pătat cu galben, ca pielea de șarpe.

In sfârșit există Magneziu în *Piroxene* și *Amfiboluri*. De formula SiO_3Mg avem mineralul *Eustatita* care face parte din piroxene. Dintre amfiboluri citâm *Tremolita* fibroasă. Prin alterarea ei rezultă *asbestul* (sau amiantul).

Mercur, Hydrargyr, *Hg*.

In românește i s'a spus *argint viu*, traducând cuvintele grecești χύδωρ (apă) și ἄργυρος (argint). Mercurul metalic este lichid la temperatura ordinară și strălucitor. Când este curat, lăsat în aer nu-și pierde strălucirea și pus pe o suprafață plană de sticlă, se preface în picături. Din contra, când nu-i curat lasă pe sticlă o urmă. El *nu udă* nici sticla, nici lemnul; din contra picăturile se lățesc când sunt puse pe aur, argint, plumb sau cositor, pe cari le atacă, dizolvindu-le.

Uneori găsim mercurul sub formă de picături în stare nativă. Combinația principală a lui este *Cinabrul*, sulfura de mercur, *HgS*, care se găsește la *Almaden* în Spania, în Idria (Iliria) apoi în Mexic, California, Peru, Japonia, China.

Cinabrul a servit în vechime ca o bună coloare roșie pentru pictură.

Metalurgie. La *Almaden* în Idria se obține metalul, încălzind în aer sulfura de Mercur. Gazul SO_2 și vaporii de mercur sunt răciți și mercurul lichid se condensează.

Densitatea mercurului lichid 13,59; se solidifică la —40°, C. și poate fi bătut cu ciocanul; ferbe la 360° C. Încălzit mai multă vreme la 350° el se combină cu oxigenul din aer și dă oxid roș de mercur *HgO*, care sub formă de pulbere roșie plutește la suprafața mercurului. Am văzut cum din acest oxid roș de mercur obținem oxigen și mercur. De asemenea încălzind mercur cu sulf se obțin cristali roșii de *Cinabru* *SHg*. Încălzind în aer cinabrul în capsule de fer, el este atacat: sulful trece în bioxid de sulf, iar mercurul lichid rămâne.

Vaporii de mercur sunt otrăvitori; de asemenea în genere și combinațiile lui.

Mercurul metalic servește la facerea de Termometre, barometre, manometre. El disolvă numeroase metale, ca *Au*, *Ag*, *Cu* etc.; dacă încălzim aceste *amalgame*, mercurul distilează, iar metalele rămân. Când

metalul disolvit este în cantitate mare, amalgamele la început moi, se solidifică mai târziu. Amalgame de Cupru, argint, Cadmium servesc la *plombarea* dinților.

Experiență: Pe o monedă de Aur, Argint, ori Cupru, a cărei suprafață a fost bine curățită, punem o picătură de Mercur și o frecăm; picătura se întinde și *aderează* puternic la suprafață, așa că nu mai poate fi separată prin mijloace mecanice. Moneda de aur ori cupru pare argintată. Dacă încălzim apoi moneda într'o flacără, mercurul se evaporează și după frecare ușoară, moneda își recapătă coloarea, fiind mai puțin strălucitoare. Intre mercur și metal s'au format *amalgame*, pe cari căldura le-a discompus ușor. Intre amalgame, ocupă un loc special cea de Staniu. Platina, ferul, nu se amalgamează cu mercurul.

Există amalgamă de Sodiu, potasiu.

Amalgama de Staniu. — Servește la fabricarea oglinzilor. In acest scop se întinde pe o suprafață de marmoră o foae de Cositor, de mărimea sticlei pe care vrem s'o transformăm în oglindă. Se pun peste foaea de cositor câteva picături de mercur, cari formează amalgama de Staniu; cu o piele ori o pâslă aceasta este sfărmată și apoi se toarnă mercur, până ce se formează o pătură de vr'o 3 mm. Pe margini se pun lemne potrivite pentru a împiedeca curgerea mercurului Acum se așează placa de sticlă, bine curățită, uscată, și se mișcă așa ca să nu rămână bule de aer. Prin greutăți potrivite până la 500 kg. se apasă placa de foaea de Staniu. După câtăva vreme, placa este pusă vertical, și mercurul se scurge.

Compușii mercurului. — In afară de oxid și sulfură de mercur amintite, sunt de multă importanță clorurele de mercur. Există două cloruri:

1. *Clorura mercuroasă*, $HgCl$, numită și *calomel*. Este insolubilă în apă. Medicament foarte prețuit, ca purgativ. Cu amoniacul dă o coloare neagră. (Calomel grecește înseamnă *negru frumos*).

2. *Clorura mercurică*, $HgCl_2$. Este *sublimatul corosiv*. Solubilă în apă și foarte otrăvitoare; 0,2 gr. de sublimat pot ucide un copil.

Soluțiile de sublimat sunt desinfectante foarte prețuite, căci ucid bacteriile. Din această cauză au întrebuințări în medicină. Cu dânsele se impregnează uneori lemnele, cari vor servi ca traverse la căile ferate, pentru a le feri de putrezire.

In unele combinaţii avem Hg bivalent; acestea se numesc combinaţii *mercurice*; in altele intră grupa Hg_2 bivalentă, combinaţii *mercuroase*.

Avem:	Hg_2O	oxid mercuros
	HgO	„ mercuric
	SO_4Hg_2	sulfat mercuros
	SO_4Hg	„ mercuric.

Cupru. *Cu* (Arama)

Se găseşte 1. în stare nativă în America lângă *Lacul superior*, Suedia, Siberia, Japonia. Trebue numai separat de materiile, cu cari este amestecat. Tot acolo îl mai găsim 2. sub forma oxidului cupros Cu_2O. (*Cuprita*).

3. In natură mai găsim carbonaţi de cupru, (Azurita, Malachita); la noi în ţară se găseşte sub această formă în Dobrogea (la Ortachioi, Ciamurli), apoi la Ciunget (R.-Vâlvea), Bădeni (Muscel), Moldova nouă (Banat).

4. *Chalcopirita*, sulfură de Fer şi Cupru $FeCuS_2$, sau sub formă de sulfură de Cupru Cu_2S, Halcosina. In aceste forme îl avem la noi în ţară: Baia de aramă, Ciunget (R. Vâlcea), Ortachoii-Ciamurli (Dobrogea), Baia mare (Transilvania), în Banat, Broşteni (Jud. Neamţ).

Metalurgie. — Din *Cuprită* şi carbonaţi Cuprul se extrage uşor prin încălzire cu cărbune. Din *Halcosină*, *Halcopirită* extracţia este mai grea şi metodele mai complicate.

Proprietăţi. Metal de coloare roşie. Se topeşte la 1057°. Din el se fac fire electrice, căldări; poate fi bătut cu ciocanul; se fac table, fire aşa de subţiri, (0,03 mm grosime) încât 1 km. de fir cântăreşte 7 gr.

La temperatura ordinară aerul sau oxigenul, uscate, n'au acţiune asupra cuprului, aerul umed îl atacă şi-l acopere cu o pătură verde de oxid; care are şi carbonat de cupru, datorit bioxidului de carbon din aer. Cuprul astfel atacat, se zice că este *coclit*, pătura verde se numeşte *coceală*. Această pătură opreşte atacul metalului la adâncime. Incălzit în aer ori oxigen el se acopere cu o pătură neagră de oxid de Cupru, CuO. Bătut cu ciocanul, de pe pătură se desprinde oxidul sub formă de coji subţiri. Este atacat de acidul azotic; cel clorhidric îl atacă mai greu. Acidul sulfuric încălzit cu Cupru îl atacă dând sultat de Cupru. Acizii organici, ca oţetul etc. îl atacă dând săruri de

Cupru otrăvitoare. De aceia vasele de Cupru, în cari se fac bucate, trebuesc spoite cu cositor.

Sulfatul de Cupru $SO_4Cu\ 5H_2O$. Cristalizează în prisme triclinice. Are coloarea albastră, se dizolvă în apă. In cristalii albaştri este cuprinsă şi apă. $SO_4Cu.\ 5H_2O$. Prin încălzire deshidratăm sarea şi se obţine o substanţă albicioasă.

Sulfatul de Cupru serveşte la facerea unor elemente galvanice, de exemplu, *Daniell*, apoi în galvanoplastie, pentru a lua tiparul şi a reproduce monede, medalii etc.

In comerţ este cunoscut sulfatul de Cupru sub numele de *piatră vânătă*. Intrebuinţarea lui la combaterea unor boli ale viţei de vie (mildev) este cunoscută. In acest caz se utilizează un amestec de soluţie de sulfat de Cupru şi var stins. De asemenea pentru prepararea *salamurei* în care se pun boabele de grâu înainte de a fi semănate...

Există oxizii de Cupru :

1. *Oxid Cupric* CuO
2. *Oxid Cupros* $Cu_2\ O$.
3. *Hidroxid de Cupru* $Cu\ (OH)_2$.

Când peste o soluţie de Sulfat de Cupru se adaogă câteva picături a unei soluţii de KOH, ori $NaOH$, căpătăm un *precipitat* albastru, adică un corp solid, albastru, însolubil în lichid. Acest corp albastru este $Cu\ (OH)_2$ Reacţia este

$$SO_4Cu + 2KOH = SO_4K_2 + Cu(OH)_2$$

Dacă încălzim hidroxidul albastru de cupru el pierde apă şi trece în oxid negru CuO

$$Cu\ (OH)_2 = H_2O + CuO$$

Aşa se vede bine deosebirea dintre oxid şi hidroxid. Am mai întâlnit cazul la Calciu :

CaO este varul nestins
$Ca(OH)_2$ este varul stins.

Aliaje de Cupru. — *Lectură* :

Intre aceste aliaje avem de notat :

1. Bronzul format din Cupru şi Staniu. Proporţiile celor două me

tale variază după întrebuinţări. Aşa bronzul celor vechi, pentru arme, diferite instrumente cuprinde 85%—97% *Cu* şi 3%—15% Staniu. Bronzul pentru tunuri 85 părţi *Cu* 10 *Sn*, 5 părţi alamă.
Bronzul pentru clopote 80 părţi *Cu*, 20 *Sn*.

Bronzul care are 100 părţi Cupru, 9 părţi *Sn* şi 0,5—1,0 Fosfor, are proprietăţi speciale de tenacitate şi este întrebuinţat la facerea de fire, părţi de maşini etc. El se numeşte *Bronz cu fosfor* (Phosphorbronze).

2. *Alama* cuprinde două părţi Cupru şi o parte zinc. Este galbenă. Când cantitatea de zinc scade sub 30% avem *Tombacul*. In foi subţiri alcătueşte ceeace se chiamă *foi de aur falş* şi are întrebuinţări în electricitate, la facerea de electroscoape, etc. Pulberea este întrebuinţată la bronzat. Alama şi Tombacu acoperit cu o pătură fină de aur alcătuesc ceeace se numeşte *doublé*. Acesta nu-i atacat de aer umed.

3. *Aliaje din Cupru, Zinc, Nichel.* — Sunt numeroase şi se întrebuinţează sub diferite numiri.

Maillechort, argentan (nemţeşte *Neusilber*) cuprinde 50% *Cu*, 25% *Zn*, 25% Nichel. Din el se fac vase de gospodărie, căci rezistă la acizi mai bine decât Cuprul. Uneori se acopere la suprafaţă, prin electrolisă, cu o pătură de argint. Din acest argentan se fac linguri, linguriţe, furculiţie, servicii de ceaiuri, cari apoi sunt argintate prin galvanostegie. Are în această stare diferite numiri. *Argint de China*, etc. In categoria aliajelor de *Cu*, *Zn*, *Ni* intră *Alpaka*, *Christoffle*, *Packfong* sau aliajul chinezesc.

4. Din *Cu* şi *Ni* avem Nichelina, Constantanul întrebuinţate în electricitate.

5. Cuprul este întrebuinţat la monedele de *Aur* şi *Argint*. Cantitatea de metal preţios la mie se numeşte titlu. Monedele de aur cari au 900 părţi Aur şi 100 de Cupru au titlul 900. Monedele de argint dela noi, de 5 lei, d'inainte de războiu aveau titlul 900; cele de 1 leu ori 2 aveau titlul 835. Vasele de aur au titlul 916; aur din bijuterii are titlul 750.

Vase de Argint, medaliile titlu 950.

Bijuterii de argint titlul 800.

6. Există bronz de Aluminiu de coloarea şi strălucirea aurului, pe care-l înlocueşte la facere de lanţuri de ceasornic, butoni de manşete etc... Aceste bronzuri cuprind Cupru şi cantităţi de *Al*, cari variază între 5—12%. Se întrebuinţează la facerea de balanţe, la ceasornice etc..

7. Un bronz (din Cupru şi Staniu) care cuprinde şi Siliciu este foarte întrebuinţat în telefonie şi telegrafie sub numele de *bronz silicios*. Numărul aliajelor preparate, pentru a corespunde nevoilor technicei, este foarte mare.

Istoric. — *De cetit*: In vârsta pietrei, oamenii au cunoscut Aurul şi Argintul, de oarece acestea, găsindu-se în stare nativă, au atras atenţia prin strălucirea lor.

Cu 40 de secole înainte de Hristos, Babilonenii aduceau Cuprul din Muntele *Sinai*, pe când Egiptenii îl aduceau din *Etiopia*. Din el se făceau unele obiecte casnice şi de lux, de oarece cuprul era rar şi scump. De oarece este moale nu putea fi întrebuinţat la confecţionare de alte obiecte, cum ar fi arme, etc. Bogate minerale de Cupru fură descoperite cam cu 15 secole înainte de Hristos în insula Cypru; ele fură exploatate întâi de Fenicieni apoi de Romani, până la isprăvirea mineralului. Romanii numiră acest Cupru *„aes Cyprium"* de unde derivă numele de *Cupru*. I se mai spunea şi simplu *aes*, prin *aes* se înţelegea nu numai Cupru ci şi aliajele lui. Mai târziu metalul curat fu numit *cuprum*. sau *aeramen*; asemănarea acestui din urmă cuvânt cu *aramă* din limba noastră şi franţuzescul *airain* este evidentă. In vechiul testament i se spune în greceşte χαλκός.

Fenicieni descoperiră şi bogăţiile de Cupru ale Spaniei, precum şi depozitele de minerale de *Staniu* din Insulele *Casiteride* (Anglia de astăzi) unde se găseşte mineralul *Casiterită* SnO_2 (In legătură cu aceste numiri avem şi numele românesc *cositor*, pentru staniu, grecesul κασσίτερος).

Adăogind Staniu la cupru topit fenicienii, descoperiră *bronzul* (aes Brundusinum, Fiind mai tare, putând fi topit şi bătut cu ciocanul, bronzul a fost metalul întrebuinţat la facerea de arme, pluguri, instrumentele meseriaşilor „dela ciocan până la ac", tot felul de vase de gospodărie, şi mai ales statui şi obiecte de artă. Intrebuinţarea lui a fost urmată de o înflorire a civilizaţiei în epoca numită a *bronzului*. Alama era cunoscută de cei vechi, dar mai puţin întrebuinţată. Descoperirea ferului nu a înlăturat cu desăvârşire vechia întrebuinţare a bronzului, de oarece în cea mai mare parte se fabrica ferul moale şi încă în cantităţi nu tocmai mari.

In *Iliada* se arată că scuturile eroilor lui Homer erau făcute din *Cupru*; unele arme erau din fer. In poveştile vechi germane, puse de *Wagner* în muzică, se descrie ca un succes deosebit faptul că *Siegfrid* a reuşit să-şi facă un paloş din oţel. Un progres simţitor al industriei ferului s'a realizat în Evul mediu, prin perfecţionarea metalurgiei ferului. Când s'a putut produce *oţel* în cantitate mare, industria Cuprului a trebuit să dee îndărăt, faţă de acea a ferului. Cele mai multe obiecte casnice se fac apoi din porţelan, faianţă, alte obiecte se fac din fer, ori oţel. Totuşi au rămas ramuri de industrie, unde cuprul domină. In special el a rămas în fabricarea clopotelor, a bronzului pentru tunuri; acoperirea bisericilor cu tablă de cupru, fabricarea de căldări pentru industrie etc. şi mai ales industria maşinilor electrice,

cer cantităţi de cupru din ce în ce mai mari, aşa că producerea de cupru a crescut, alături de aceea a ferului.

Argintul. Ag.

Se găseşte în stare nativă. Cele mai de multe ori în combinaţii cu Sulful, $Ag_2 S$, *argirosa*. Alteori în combinaţii cu Sulf şi antimon, Sulf şi Arsenic, sulf şi plumb. Nativ, argintul se prezintă sub formă de bucăţi; uneori are forme arborescente numite *dendrite*. fig. 88. Se extrage şi din combinaţii, după procedee lungi şi complicate. Metalul este alb strălucitor. Denesitate 10,57. Punct de topire 960°. Maleabil; poate fi redus în foiţi că trebuesc 5000 ca să dee 1 mm. de grosime. Este ductil. Se pot face fire aşa de fine (fire pentru *filigrane*), încât 2600 m de fir cântăresc de abea 1 gr.

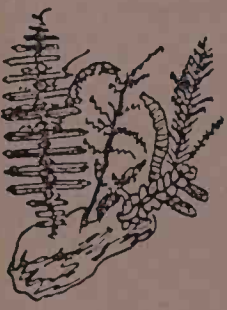


Fig. 88.

Aerul nu atacă argintul. Acidul azotic dizolvă argintul la rece, dând azotat de argint. De asemenea este atacat de hidrogenul sulfurat, formându-se sulfură de argint neagră. Din această cauză obiectele de argint se înegresc, când în aer este hidrogen sulfurat. De asemenea se înegresc, când vin în atingere cu corpuri, cari dezvoltă uşor hidrogen sulfurat; linguriţele de argint se înegresc, când mâncăm ouă cu dânsele..

Intrebuinţări.— Din argint metalic se fac obiecte de gospodărie, linguri, furculiţe, linguriţe, tacâmuri. Obiecte de artă, icoane etc. De oarece este moale, i se adaogă ceva Cupru (aliaj de Argint şi cupru). Din argint se bat monede. In acest scop bastoanele de aliaj sunt transformate prin laminor în plăci de mărimea voită. Se tae apoi discurile cu ajutorul maşinelor, iar cu alte maşini li se dau *zimţii* pe margini. Cu ajutorul *presei* pentru monedă, se imprimă figurile şi părţile scrise. Partea de jos a presei este făcută din oţel şi este fixă; se pune deasupra discul şi apoi se apasă puternic dresa (*se bate moneda*).

Combinaţiile argintului. Se cunosc:

Oxidul de argint	Ag_2O
Sulfură de „	Ag_2S
Clorura de „	$ClAg$
Bromura de argint	$BrAg$
Iodura de argint	IAg
Azotatul de argint	NO_3Ag.

Argintul este monovalent.

Azotatul de argint (lapis infernalis, piatra iadului). Se obţine dizolvind argint în acid azotic şi lăsând să cristalizeze.

Azotatul de argint topit este turnat aşa că se obţin bastonaşe cilindrice, întrebuinţate în medicină. Pus pe răni, distruge ţăsăturile, provocând usturime. In contact cu corpuri organice şi la lumină, le înegreşte.

Experienţă. — O picătură de soluţie de azotat de argint se pune pe deget şi cu acesta scrim pe pânză de in. Expunând pielea şi pânza la lumină, ambele se înegresc. De-aceia azotatul de argint este întrebuinţat la prepararea cernelei pentru marcat lenjurile.

Clorura, bromura, iodura de argint. — Dacă peste soluţie de azotat de argint dintr'o prubetă punem o clorură se precipită Clorura de argint $ClAg$ albă, cu aspect de caş; la lumină devine vânătă. Ea este *impresionată de lumină.*

Pentru a avea bromura de argint, $BrAg$, întrebuinţăm la precipitare o bromură. Şi bromura de argint este atacată de lumină. Acţiunea luminei asupra acestor săruri *este cu atât mai mare, cu cât lumina este mai intensă.*

Clorura de Argint şi *bromura* de argint sunt solubile în *hiposulfit de sodiu*; se poate uşor vedea aceasta, punând într'o prubetă câteva picături de azotat de argint şi tratând cu soluţie de clorură de sodiu. Impărţim lichidul *tulbure* în două părţi: într'o prubetă îl tratăm cu amoniac, în alta cu hiposulfit de sodiu. Precipitatul se disolvă. Aceste reacţii chimice au întrebuinţări practice. A doua porţiune o tratăm cu amoniac: clorura de argint se dizolvă în amoniac.

Intrebuinţări practice. — *De citit:*

Experienţă: Scuturând Clorură de argint cu soluţie de clorură de sodiu, o parte din clorura de argint se dizolvă. Lăsăm ca precipitatul să se depue şi separăm lichidul limpede prin *decantare*, adică vărsându-l cu precauţie în altă prubetă.

In lichidul ferbinte, care are clorură de argint dizolvită în clorură de sodiu punem ceva acid tartric şi introducem apoi o lamă de cupru, a cărei suprafaţă a fost bine curăţită cu *hârtie cu şmirghel.* Pe lamă se depune o pătură de argint, care *aderează* bine. Putem deci *arginta* în felul acesta diferite obiecte.

Mai uşor şi mai sigur se face argintarea, întrebuinţând cianura de argint, dizolvită în soluţie de cianură de potasiu. Metoda este foarte bună, dar trebue lucrat cu preacuţiune, căci cianura de potasiu este extrem de otrăvitoare.

Punând peste soluţie de azotat de argint o soluţie de cianură de potasiu (CNK), se obţine în primul moment, un precipitat alb de cianură de argint CNAg; dacă turnăm mai departe soluţie de cianură de potasiu, precipitatul se dizolvă, formându-se CNAg.CNK. In limbaj chimic exprimăm pe scurt reacţia în felul următor: cianura de potasiu precipită cianură de argint, solubilă în *exces* de cianură de potasiu.

Intr'un vas de sticlă să punem soluţia care conţine *cianura de argint şi potasiu*, CNAg. CNK. Să electrolizăm soluţia, întrebuinţînd ca anodă un baston de argint, iar la catodă o lamă de Cupru bine curăţită: la trecerea curentului electric se depune pe cupru o pătură aderentă de argint. Am argintat astfel cuprul. In loc de Cupru se pot pune la catodă diferite alte obiecte metalice, în special aliajele de cari ne-am ocupat la Cupru, Zinc şi Staniu: ele se *argintează*. Când am lucrat cu lama de cupru şi cu soluţia de cianură de argint şi potasiu, Cuprul se argintează, *chiar şi fără curent*; alte obiecte cer neapărat curent. In orice caz, curentul este necesar, de oarece numai la trecerea lui soluţia rămâne cu aceiaşi concentrare de argint, putând fi întrebuinţată ori de câte ori voim. In adevăr, punând lama de Cupru, pe dânsa se depune argint şi fără curent; dar cu încetul, soluţia este din ce în ce mai săracă în argint şi la urmă, nu se mai depune metal, când nu mai este în soluţie. Când trece curentul prin cianura de argint şi potasiu, se duce la polul positiv $Ag(CN)_2$, iar la cel negativ K; la polul pozitiv are loc reacţia următoare între bastonul de argint şi grupul $Ag\ (CN)_2$

$$Ag + Ag(CN)_2 = 2CNAg.$$

se formează astfel cianură de argint la polul pozitiv; de oarece în lichidul care alcătueşte *baia* este cianură de potasiu în *exces*, cianura de argint formată se dizolve dând $(CN)_2AgK$. Prin urmare la trecerea curentului necontenit trece în soluţie argint la polul positiv, aşa că soluţia păstrează necontenit aceiaşi cantitate de argint.

La polul negativ, am văzut că este dus *potasiul*; între acest potasiu şi cianura de *Ag* şi K din soluţie are loc reacţia chimică

$$AgK(CN)_2 + K = Ag + 2KCN$$

Se vede că argintul depus la polul negativ se datoreşte acestei reacţii secundare şi că licoarea îşi păstrează concentrarea, în ce priveşte argintul, căci cât argint se depune la polul negativ, tot atâta trece în soluţie, la polul positiv, de pe bastonaşul de argint.

Depunerea de pături metalice subţiri pe obiecte formează materia unui capitol numit *galvanostegie*.

Când suprafața obiectelor dela polul negativ, nu-i plană, ci are ridicături (*reliefuri*) și adânciturі ca la medalii, etc. pătura metalică groasă, depusă poate fi detașată de obiect și ea are *imprimată* pe dânsa figura de pe medalie, dar *negativă*: reliefurile medaliei au devenit adânciturі și adânciturile reliefuri. Negativul acesta poate fi întrebuințat ca obiect la polul negativ; el constitue atunci *tiparul* medaliei. Peste dânsul putem depune din nou, prin electroliză metal. Dacă suprafața tiparului a fost pregătită așa ca să putem deslipi pătura metalică depusă, avem acum reprodusă medalia, așa cum este ea. Facerea de tiparuri, de medalii etc., prin electroliză se studiază în *Galvanoplastie*.

Tiparele negative se pot lua și cu *ipsos*, ceară, gutaperca...; pentru întrebuințare suprafața lor se freacă bine cu pulbere fină de grafit (*plombagină*), care face suprafața bună conducătoare de electricitate.

Prin curent electric putem *nichela* obiectele; putem depune pătura de curpru, aur, argint, platină, etc.

Cerneală de marcat lenjurile. — Se tratează suprafața unde voim să depunem semnele ori literile, cu o soluție care are

4 părți carbonat de sodiu
1 parte gumă arabică
16 părți apă.

După uscare locul este călcat cu ferul. Scrim acest loc cu o soluție compusă din 1 parte azotat de argint, 4 părți apă și 1 parte gumă. Partea scrisă este expusă la soare. Se scrie cu o pană de gâscă sau se stampilează, cu o stampilă săpată în lemn.

Fotografie. — Clorura, bromura de argint sunt *impresionate* de lumină, proporțional cu intensitatea luminoasă. Teoria fenomenului este necomplectă și destul de complicată. In chip simplu se arată reacțiile în felul următor:

$$\text{la lumină}$$
$$1\ Ag\ Br \longrightarrow {}_2Ag_2Br + 2\ Br.$$

Tratând bromura de argint cu o substanță reducătoare, (oxalat feros, hidrochinonă, metol, acid pirogalic....) ea *nu* este atacată de aceste substanțe, pe când *sub bromura*, $Ag_2\ Br$, este transformată în argint, căci *Bromul* ei este luat de reductor. Din contra bromura de argint $Br\ Ag$ este solubilă în hiposulfit.

Lectură: Iată acum principalele faze în fotografie. O placă pe care s'a depus un strat de gelatină, cu bromură de argint, este expusă într'o cameră fotografică. Pe ea cade imaginea unui obiect. Partea luminată impresionează mai tare placa, decât părţile obscure ale imaginei. In pătura sensibilă se va depune subbromura Ag_2Br în cantităţi proporţionale cu intensitatea luminoasă, adică va fi multă Ag_2Br unde lumina este puternică şi mai puţină subbromură, unde lumina este slabă.

Developare. — 1. *Revelatorii* (soluţii pregătite după anumite prescripţii) sunt totdeauna substanţe reducătoare. Când punem placa în aceste soluţii, la lumină roşă, reacţia chimică este complectată şi din Ag_2Br se depune argint opac. La lumina roşă, imaginea acum *se vede*. Inainte de bae în revelator imaginea nu se vedea, era în stare *latentă*. Când descrim procesele acestea, ne închipuim că lucrăm cu o placă asupra căreia lumină roşie n'are acţiune. După ce placa a fost scoasă din baea revelatoare, trebue *fixată*.

2. *Fixare.* — Ea este pusă după spălări, în altă bae cu *hiposulfit de sodiu*, care dizolvă bromura de argint *neimpresionată*. Acum după spălare, placa poate fi scoasă la lumină. Avem acum *imaginea negativă*: părţile luminoase ale obiectului, apar întunecate în negativ şi cele întunecate apar luminoase.

3. *Fotografii; pozitive.* — Placa este pusă pe o *hârtie fotografică*, adică pe o hârtie care are la suprafaţă clorură de argint. Se expune la lumină. Unde este mult argint în placă, lumina trece slăbită. Lumina discompune clorura de argint, dând o subclorură, cu atât mai neagră, cu cât lumina a fost mai puternică. Pe hârtia fotografică avem acum imaginea positivă a obiectului. Mai rămâne de îndepărtat clorura de argint nediscompusă ceea ce se face, trecând hârtia prin bai de *hiposulfit*, care dizolvă clorura de argint. Pentru a avea tonuri mai frumoase se adaogă hiposulfitului ceva clorură de aur. Operaţiile se succed deci în ordinea următoare:

1. Luarea fotografiei cu un aparat.
2. Dezvelirea imaginei prin trecerea plăcii în *întuneric* prin baea *revelatoare*.
3. Fixarea plăcii.
4. Scoaterea de imagini pozitive pe hârtie şi fixarea lor.

Lectură: Nu toată lumea se împacă cu teoria precedentă. Bromura de argint se găseşte pe placa sensibilă în stare de emulsie în gelatină, adică avem particule numeroase şi foarte mici de bromură răspân-

dită în pătura gelatinoasă. Starea asta se numeşte *emulsiune*. O emulsie se formează când punem *odol* în apă, pentru a face apa de gură. Ştim că apa se tulbură prin formarea unui număr enorm de particule. Când lumina cade pe placă, ar avea loc o discompunere chimică de forma

$$BrAg = Br + Ag$$

Transformarea aceasta este analoagă cu acea care are loc, când încălzim apa la temperatură înaltă: ea se discompune în Hidrogen şi Oxigen, discompunere numită *disociaţie termică*. La bromura de argint ar fi o disociaţie (în *Br* şi *Ag*) sub acţiunea *luminei*. Moleculele acestea disociale de lumină le numim *fotobromură*. Se formează deci în multe locuri *atomi de argint*. Ei nu se văd: avem imagine *latentă*. Dacă acţiunea luminei este continuată prin revelator, se formează atât de mulţi atomi de argint, încât gelatina este *supra saturată*, aşa cum avem soluţii suprasaturate de *sulfat de sodiu*, de exemplu, (ori de alun). Dacă într'o soluţie suprasaturată de sulfat de sodiu, aruncăm un cristal solid, în jurul acestuia ca *centru*, se depun molecule din soluţie şi cristalul creşte. Tot aşa, din soluţia suprasaturată de arg'nt în gelatină s'ar depune argint pe atomii formaţi întâi prin acţiunea de disociare a luminei. Aceşti atomi servesc deci ca centre de precipitare şi de aglomerare. Când se pune placa în baea revelatoare, aceasta ar avea acţiunea fixând *Br* devenit liber prin disociaţie şi prin aceasta ar deveni liberi atât de mulţi atomi de argint, încât gelatina ar fi suprasaturată şi s'ar forma *granule* de argint prin depunere pe atomii cari servesc ca centre de condensare. La formarea acestor granule de argint liber, sub acţiunea reducătorilor, moleculele de Bromură de argint neatacată de lumină nu ar contribui, pentrucă acolo n'avem atomi de *Ag*, liberi prin disociaţie.

Prepararea unei plăci sensibile se face în felul următor:

1. Pe o placă de sticlă bine curăţită se depune o pătură tot una de groasă de Colodium, căruia i s'a adăogat *BrK*. Placa este apoi trecută prin o soluţie 10% de azotat de argint. Intre *BrK* şi $AgNO_3$ are loc o reacţie chimică, în urma căreia în pătură s'a format *BrAg*.

2. După alte prescripţii, se amestică soluţie de $Ag\ NO_3$ în apă cu gelatină, cu soluţie gelatinoasă de bromură de amoniu; Bromura de argint este răspândită în părticele aşa de mici, că masa nu devine opacă, ci se presintă slab tulbure (opalescentă). Bromura de argint ar fi în stare *coloidală*. In această stare este foarte puţin sensibilă la lumină. Prin încălzire îndelungată are loc un fenomen de coagulare (închegare,) în urma căruia placa devine opacă şi gălbie. Acum ea este sensibilă la lumină şi trebue ţinută la întuneric. Pe placă se întinde această bromură opacă.

Argintare

Argintarea obiectelor se face prin mai multe metode:

1. Când obiectele sunt mici, de exemplu nasturi, ele se introduc în soluţii cari au argint, de exemplu, în soluţie de Clorură de argint în apă cu sare, ori în sulfit de sodiu, ori în clorură de argint disolvită în tiosulfat.

2. Cu ajutorul electrolizei unei soluţii de Cianură de argint în apă cu cianură de potasiu.

3. Prin apăsare (Plattieren). Tabla de cupru curăţită este udată cu soluţie de azotat de argint şi acoperită apoi cu o foae de argint. Ambele foi, încălzite sunt trecute prin laminor aşa ferbinţi:

4. Pentru a arginta o prubetă, punem în ea soluţia de azotat de argint, se adoagă sol. $NaOH$ şi apoi amoniac, până ce precipitatul de oxid este redisolvit. Se adoagă câteva picături de aldehidă formică. Oxidul de argint este redus în stare de argint metalic, care se depune pe sticlă formând o *oglindă*.

Astăzi se prepară oglinzi de argint, cari au înlocuit pe cele făcute cu amalgamă de staniu, la cari întrebuinţarea mercurului, care dă vapori toxici, este vătămătoare. Tabla de sticlă bine curăţită este pusă pe un lichid format din soluţie amoniacală de azotat, ca reducători fiind întrebuinţaţi lactosa, zaharosa, acid tartric, aldehidă formică, etc.. Lichidul este încălzit la 40°. Argintul se depune.

5. Obiecte de metal se acopăr cu o pătură de argint fie la încălzire la incandescenţă, fie la rece.

Argintarea la *temperatură înaltă* este cea mai veche.

Se zice că obiectele sunt *suflate cu argint*. Obiecte de alamă, cupru, bronz, argentan etc. sunt curăţite prin spălare cu acid azotic ori sulfuric d'luat; ele sunt apoi frecate ori cu amalgamă de argint, ori cu un amestic făcut din 4 părţi argint precipitat, 16 părţi clorură de amoniu, 16 părţi sare şi o parte sublimat, amestecate ca să dee o pastă. Se încălzesc la roş. Alte ori se întrebuinţează o foae de argint bine întinsă.

6. Pentru a face scală barometrică, ori termometrică se utilizează o pastă făcută din părţi egale de clorură de argint şi tartrat monopozasic, ori din părţi egale de clorură de argint, sare şi pulbere de crică, 3 părţi carbonat de potasiu şi apă; se freacă până ce obiectele sunt bine argintate. Aceasta este metoda de argintare la *rece*.

Aluminiu, *Al*.

Este unul din cele mai răspândite elemente în natură. Principalele combinaţii ale Aluminiului, cari se găsesc în natură:

1. *Oxid de Aluminiu.* Al_2O_3. După formulă este un *sesqui-oxid de aluminiu.* In mineralogie se numeşte *Corindon.* Se întâlneşte cu diferite colori şi sub diferite numiri :

a) *Rubin* când este colorat în roşu.

b) *Safir* „ „ „ „ albastru.

c) *Topaz oriental* (galben), *ametist oriental* (violet), smaragd oriental (verde).

Când este negru se numeşte une ori *Smirghel* şi se întrebuinţează la *şlefuit, luciel, ros* sticla. (Se zice uneori sticlei tratată cu şmirghel sticlă rodată, cum sunt dopurile de sticlă şi flacoanele întrebuinţate în laboratoare şi farmacii). I se mai zice émeri.

S'au putut face rubinuri, safiruri, artificiale.

2. *Criolita.* Este fluorură de *Al.* şi *Na*, de compoziţia $Al\,F_6\,Na_3$. Se găseşte în *Groenlanda.*

3. *Silicaţi de Al.* — Cei mai mulţi silicaţi de Aluminiu conţin încă şi Silicaţi ai metalelor alcaline (K, *Na*), apoi Silicaţi de Calciu, Magneziu ce alcătuiesc *materia* din care este făcută scoarţa pământească.Aşa sunt felspatul ; compoziţia chimică a feldspatului potasic este $K_2Al_2Si_6O_{16}$. Avem şi feldspaţi în cari în loc de K intră *Na Li, Ca.*) mica etc.

Prin acţiunea aerului, apei şi bioxidului de Carbon, mulţi din Silicaţii primitivi au fost discompuşi şi s'au produs *silicaţi* de *Aluminiu,* $Si_2Al_2O_9H_4$ cari formează substanţele cunoscute sub numele general *de argile.* Apa a dus cu dânsa silicaţii şi carbonaţii alcalini, solubili. Aşa se explică presenţa sărurilor de potasiu, în terenurile arabile ; fără aceste săruri plantele n'ar putea creşte. Procesul de dezagregare a silicaţilor serveşte la fertilizarea pământului. Uneori Silicatul de Aluminium rămas S'a depus curat chiar în locul unde s'a format ; în China se găseşte în Munţii *Kauling,* de unde numele *de Caolin* ; el serveşte la fabricarea porţelanului. Alteori a fost dus de apă în alte locuri şi s'a amestecat cu materii străine, carbonat de Calciu, oxid de fer, nisip, depunându-se în pături uneori foarte groase de diferite colori (galbăn, roşietic, vânăt) ; în această stare, i se spune *argilă,* servind la fabricarea de oale, cărămizi, etc.

Argila poate absorbi apă, gazuri, săruri.

Deoarece în pământul arabil argila este în cantitate mare, ea fixează apa de ploaie ori din rouă, precum și sărurile aduse de ape și amoniacul rezultat din putreziri; rădăcinile plantelor pot astfel extrage din pământ substanța minerală de care au nevoie plantele.

Deoarece păturile de argilă nu lasă să treacă apa prin ele, argila joacă un mare rol la formarea isvoarelor.

Aluminul metalic se separă prin curent electric din oxid de Aluminiu; se obține astfel metalul.

Proprietăți. — Aluminiul metalic este de coloare alb-albastră. Este ușor; Dens. 2,7. Este foarte rezistent la acțiunea aerului și a substanțelor chimice; hidrogenul sulfurat nu-l atacă, pe când argintul este atacat și înegrit Solvenții Aluminiului sunt acidul clorhidric și soluțiile de KOH, $NaOH$. Fiind maleabil și ductil ca și Argintul, poate fi transformat în foiți foarte subțiri și în fire foarte fine. Poate fi și el utilizat la medalii, căci prin apăsare i se pot fixa figurile cele mai variate, unde reliefurile sunt bine redate. Este tenace. De aceia are numeroase întrebuințări: vase de bucătărie, instrumente chimice, flacoane pentru apă, (pentru soldați, pentru escursii) pahare, obiecte de artă etc.

Lecțiă: Adăogând Aluminiu la alamă se obțin aliaje de coloarea argintului; din acestea se fac numeroase obiecte de artă. Cu cuprul avem *bronzuri* de Aluminiu, cari lustruite bine seamănă cu aurul. Cantități mici de Aluminiu adăogate Cuprului permit ca acesta să fie mai bine turnat; bucățile de cupru astfel obținute au o rezistență mare la întindere și o conductibilitate electrică mai ridicată decât a Cuprului. De aceia are întrebuințări în electricitate. Aliaje de *Al* și *Mg* servesc sub numele de *Magnalium* la fabricare de *oglinzi* din metal:

La temperatură înaltă Aluminiul se combină cu oxigenul din aer dezvoltând *multă căldură*. Din causa aceasta este întrebuințat în tecnică la lipirea (sudarea) șinelor, la reparatul vaselor marine, când plăcile lor de oțel sunt rupte. Incălzind oxidul de Fer cu pulbere de aluminiu acest din urmă metal ea oxigenul și pune ferul în libertate

$$Fe_2O_3+2Al=Al_2O_3+2Fe$$

Experiență. Intr'un creuset de argilă de Hessa cu pereți groși se presează puternic un amestec de 27 gr. pulbere de Aluminiu uscată și

80 gr. pulbere de oxid de fer (Fe_2O_3). Aceste pulberi sunt, în prealabil, bine amestecate într'o piuliță. Creusetul pus pe un triunghiu pe un suport este încălzit bine cu suflaiul de picior. Se introduce apoi în el o bucățică de magneziu, căreia i se dă foc. Are loc o vie reacție, care durează puțin timp. Conținutul creuzetului se topește, iar deasupra plutește zgura formată din Al_2O_3. Operația se conduce cu precauție trebue puși ochelari. După răcire se scoate bucata de fer, care se poate pili. Această reacție este la baza procedeului technic, numit *Aluminotermie*, imaginat de *Goldschmidt*, care servește la lipirea capetelor de șine, la reparația crăpăturilor ori rupturilor în table groase de fer etc. Amestecul de pulberi de Fe_2O_3 cu *Al* numit *termit*, dă la ardere temperaturi de circa 3000°.

Combinațiile Aluminului.

Afară de *oxidul de Aluminiu* Al_2O_3 și silicați amintiți, se găsesc în natură hidroxizi de Al:

1. $Al(OH)_3$; ca mineral se numește *hidrargilită*.

2. $=Al_2O_3.2H_2O$ este mineralul *Bauxita*;

Se găsește în cantități mari la *Baux*, lângă *Avignon*. Este exploatat. Are și fer.

3. AlO.OH Diaspor. O altă combinație cari se *găsește în* natură este *Alunita* $(SO_4)_2K(AlO)_3$. Se găsește pe lângă *Roma*, apoi în Spania, Colorado, Arizona ect.

In laborator s'au preparat:

$(SO_4)_3\ Al_2$ Sulfat de Aluminiu. Se obține în cantități mari încălzind *Kaolin* curat cu acid sulfuric.

Alun. — Dacă dizolvăm în apă sulfat de Aluminiu și sulfat de potasiu și lăsăm să se evaporeze apa, se obțin cristali cari conțin ambele sări; sunt *săruri duble* și anume sulfați dubli de formula

$$(SO_4)_3\ Al_2\ SO_4K_2+24\ H_2O.$$

Acest corp se numește *piatră acră* sau *alun*. Cristalii sunt uneori *octaedri* (când se produc într'o soluție acidă), sau cubici când se produc cu alte soluții.

Lectură: Expunând întrebuinţătile acestui corp, vom vedea de ce el se fabrică în industrie în cantităţi mari, cari au necesitat şi deosebite metode de preparare.

1. Dacă preparăm sulfatul de Aluminiu din caolin şi acid sulfuric (impur, aşa cum ese din camerile de plumb), avem o soluţie, căreia adăogându-i Sulfat de potasiu, dă alun în cristali *octaedrici*.

2. Dacă-l preparăm din *alunită* obţinem alunul *cubic*. Alunita are în ea şi sulfat de potasiu şi de Aluminiu. Aşa cum o găsim în natură, este insolubilă în apă. Prin o calcinare moderată la aer şi tratare cu apă, ea trece în Alun solubil şi în Al_2O_3. Licoarea limpede este trecută în basinuri unde este lăsată să cristalizeze. Acesta-i *alunul de Roma*.

3. Se mai prepară din *schisturi cu pirită*. Pirita este sulfură de Fer FeS_2. In Picardia există schisturi (se pronunţă *şisturi*) cari au Al_2O_3 amestecat cu lignită şi cu pirită împrăştiată sub formă de părticele foarte mici. Expusă la aer umed, sub acţiunea oxigenului sulful este oxidat şi se obţine Sulfat feros SO_4Fe şi acid sulfuric; acest din urmă cu Al_2O_3 dă sulfatul de Aluminiu.

$$FeS_2 + 7O + H_2O = SO_4Fe + SO_4H_2$$

Tratat cu apă sulfatul de Aluminiu se dizolvă. Lichidul se limpezeşte, iar materiile insolubile se lasă la fund. Cu precauţiune se scoate lichidul limpede şi se trece în alte vase; operaţia asta se numeşte *decantare*. Se adaogă sulfat de potasiu şi prin cristalizare avem alun *octaedric*.

Am insistat asupra acestor amănunte pentru mai multe motive.

a) Se vede că din sulfuri naturale fin divizate, prin acţiunea aerului şi a umezelii se pot produce *sulfaţi*. Aşa s'au preparat în evul mediu şi începuturile timpurilor moderne *sulfat feros*, sulfat de cupru şi *alun*. Din aceştia se obţinea apoi prin calcinare acid sulfuric, cu mult înainte de instalarea fabricilor în *Anglia* ori *Boemia*.

c) Când alunul cristalizează el cuprinde totdeauna apă. Există foarte multe corpuri, cari nu pot cristaliza fără apă. Apa aceasta *necesară* cristalizării şi care se fixează în cristali se numeşte *apă de cristalizare*. Aşa avem la:

gips, $SO_4Ca.2H_2O$

Sulfat de Cupru $SO_4Cu.5H_2O$.

Sulfat de Magneziu $SO_4Mg.7H_2O$.

c) Există numeroşi sulfaţi cari au compoziţie chimică asemănătoare şi cristalizează în acelaş fel. Astfel avem seria

$(SO_4)_3Al_2.SO_4K_2.24H_2O$	alun potasic
$(SO_4)_2Al_2.SO_4Na_2.24H_2O$	„ sodic
$(SO_4)_3Al_2.SO_4(NH_4)_2.24H_2O$	„ amoniacal
$(SO_4)_3Fe_2.SO_4K_2.24H_2O$	„ feric
$(SO_4)_3Fe_2.SO_4(NH_4)_2.24H_2O$	„ feri-amoniacal

Asemenea substanțe se numesc *isomorfe* (au aceiași formă cristalină). In exemplele de mai sus avem *sulfați dubli.*

Proprietățile și întrebuințările alunului. *Lectură.* — Alunul potasic se topește la 92° în apa sa de cristalizare. Incălzind mai departe, începe de la 100° să se evaporeze apa și substanța se *umflă.* După evaporarea apei, dacă încălzirea continuă, începe a se elimina *trioxid de sulf,* SO_3.

Odată cu pierderea de SO_3 se obține un corp solid numit *alun ars* (alumen ustum din farmacie). De câteva sute de ani se utilizează această proprietate a aluminiul la stingerea incendiilor. Intr'un butoiaș se punea pulbere de alun și în mijloc o cantitate de praf de pușcă prevăzută cu un fitil pentru aprindere. Se aprindea fitilul și se arunca butoiul în mijlocul focului; explozia aruncă alunul în toate direcțiile. Prin topire se acoperă materialul arzător cu un învăliș, care-l separă de aer, pe când gazurile dezvoltate sting focul. In teatre se pregătesc cortinele și hainele în unele locuri, contra focului prin înmuere (îmbibare) în soluții de alun, volframat de sodiu și fosfat de Sodiu, cari prin topire evită întinderea flacărilor.

Amesticuri de alun și săruri de amoniu se dizolvă în apa întrebuințată pentru stingerea incendiilor, căci ele măresc efectele ei. Ca o rețetă specială amintim că pentru a stinge incendiile în *spațiuri închise* se întrebuințează cutii cari cuprind 66 % KNO_3, 30 % Sulf și 4 % cărbune. Substanțele acestea prin ardere dau gazuri SO_2 și CO_2 cari nu întreține arderea și prin urmarea sting focul.

Tratând soluție de alun cu acetat de plumb, se obține o soluție de acetat de Aluminiu, iar plumbul trece tot în Sulfat de plumb insolubil. Ștofe de lână puse într'o asemenea soluție și uscate la aer devin impermeabile pentru apă, căci în aceste condiții acetatul de Aluminiu se descompune și lasă hidroxid de Aluminiu, $Al(OH)_3$, care astupă porii țesăturilor. Aici avem întrebuințare indirectă a aluminiului, căci se utilizează proprietățile hidroxidului de Aluminiu.

In aceiași ordine de idei și tot din cauza proprietăților hidroxidului $Al(OH)_3$ mai amintim următoarele. Acest hidroxid are slabe proprietăți bazice și de aceia absoarbe unii *coloranți* organici de natură acidă, formând cu dânșii corpuri colorate insolubile numite *lacuri colorate.* Când sunt uscate ele se pot pulberiza și amestecate cu Oleiu de in fiert dau culori întrebuințate în pictură.

Experiență. Se amestică soluție de piatră acră cu o soluție alcoolică de alizarină, ori de cochenille (cârmâz),.....; se adăugă soluție de sodă suficient; preciptatul este separrat prin filtrare. Acest precipitat colorat este *lacul colorat,* pe când lichidul care trece este incolor.

Așa se explică și întrebuințarea alunului ca *mordant* în colorarea ștofelor.

Experiență. Intr'un pahar se pun 500 cmc. de apă, la cari se adaogă 7 centigrame de *eosină*, colorant care se găsește în comerț. Se introduc 100 gr. lână albă și se încălzește 20 de minute. Lâna se colorează foarte puțin, iar coloarea dispare la spălarea cu apă. Dar dacă la soluția de mai înainte adăogăm 1 gr. de alun și dacă punem lâna și încălzim la fierbere, soluția încetul cu încetul se decolorează, iar colorantul cu hidroxidul de Aluminiu s'au depus pe lână, fixindu-se așa de bine, că „boiaua nu mai esă la spălat".

Alunul prin hidroxidul de aluminiu, care se formează din el, fixază colorantul. Asemenea substanțe se numesc *mordanți* și joacă mare rol în industria colorării ștofelor.

Prepararea pieilor (dubirea pielei). — Pielea uscată este rezistentă la acțiunea bacteriilor de putrezire; dar o asemenea piele este *tare* și se *rupe* ușor. Dar dacă trecem pielea, căreia i s'a îndepărtat părul, prin o bae lichidă slab acidă și apoi prin o soluție de Alun și sare ($ClNa$), iar după uscare o dăm cu o materie grasă, pielea rămâne moale Pe fibre se depune substanța, care împiedică putrefacția și în acelaș timp nu lasă fibrele să se lipească. Alunul este întrebuințat astfel la conservarea pielei de miel ori *ied*, din care se fac mănuși glacé.

Alunul se adaogă la pasta de hârtie; fără alun, hârtia ar fi ca cea sugătoare ori cea de filtru: cerneala se lățește; cu alun cerneala *nu* se lățește pe hâtie; avem hârtia de scris. In acest scop, în practică, se adaogă la pasta de hârtie o soluție obținută prin fierbere de sacâz (colofoniu)cu hidroxid de Sodiu și apoi soluția de sulfat de Aluminiu.

Dacă mai amintim că atât Alumen ustum cât și alunul au întrebuințări în medicină ca astrigent și caustic etc.. vedem cât de numeroase sunt întrebuințatrile sale.

Soluția de alun în apă este *slab* acidă.

Silicați de Aluminiu. Industria lor.

Feldspatul supus la acțiunea aerului, bioxidului de carbon, a apei și în urmă schimbărilor datorite variațiilor de temperatură (înghețarea și disghețarea apei) sufere modificări chimice: silicații alcalini, carbonații alcalinii *solubili* în apă sunt luați de aceasta din urmă și duși parte prin pământ, parte la suprafață în râuri etc. Când trec prin pământ, sărurile solubile sunt absorbite și rămânând în el servesc la fertilizarea solului. Asemenea schimbări au loc și cu mica și în acelaș timp cu toate rocile cari cuprind feldspaturi

cum sunt granit, gneis, porfir. Partea insolubilă rămasă în urma procesului de discompunere este constituită din *silicat de Aluminiu* $H_4Al_2Si_2O_9$. Masa acestui silicat poate să rămână la locul de formare; ea este *curată*, albă, cuprinzând în ea și părțile de roci nediscompuse, cum ar fi quarț, feldpsat, mica. Această masă constitue *Caolinul*. Alte ori curentul de apă duce și materia insolubilă depunând-o departe de locul de formare. In acest caz materia depusă cuprinde materialele suspendate în apă, cum ar fi carbonat de calciu și Magneziu, nisip, gips, oxid de fer, de manganez etc... cari s'au depus o dată cu dânsa. S'au format astfel depozite de silicat de Aluminiu impur, numit *argilă*, a cărei compoziție variază de la un loc la altul și a cărei colori variază cu natura impurităților, de la galben, la roșu, până la vânăt.

Caolinul. — Constitue stânci întregi la *Limoges* (Franța), *Halle* ((Saxonia), în China în munții *Kauling*, de unde vine numele *Caolin*. In România găsim Caolin la *Muncel* (Gorj) și în Dobrogea nordică. Caolinul se caracterizează prin faptul că, la cele mai înalte temperaturi ce se realizează în industrie, este rezistent, nu se topește.

Argila. — Intre substanțele străine, cari adăogate silicatului de Aluminiu dau naștere argilei avem oxid de fer, Carbonat de Calciu, Carbonat de Magneziu, gips, nisip etc. Cu cât argila este mai bogată în calciu și fer, cu atât argila se topește în foc mai ușor și ia colori de la galben și roș la brun. Argila galbenă bogată în nisip și oxid de fer este *lutul*.

Am văzut că argila absoarbe apa. Ea formează în acest caz o pastă, căreia i se poate da orice formă. Proprietatea aceasta se numește *plasticitate*. Diferitele feluri de argile prezintă plasticiticități de diferite grade.

Argila smectică. — Argilele puțin plastice și cari absorb materii grase se numesc *argile smectice*. Ele servesc la curățirea stofelor de lână (postavuri).

Marnele. — sunt amesticuri de Carbonat de Calciu și argilă; uneori cuprind și nisip.

Ocru. — Este argilă, care are mult Oxid de fer sau bioxid de Mangan.

Argila plastică. — Servește la facerea de vase, cărămizi etc... este deci întrebuințată în *arta olăriei*. Diferitele feluri de argilă plastică

iau apă (până la 70%) în mod mecanic, formând o pastă (un aluat) mai mult ori mai puțin plastică, prin care apa nu mai poate trece.

Bucăți de aluat adăogate la un loc și apăsate ușor se unesc formând o masă unică, căreia i se pot da formele voite. Când pasta este uscată în aer, ea se *contractă*. La încălzire la roș contracția poate fi așa de mare, încât diametrul poate scădea cu 20%. După ce a fost încălzită la roș argila aceasta devine tare și sfărmicioasă; suprafețele rupturelor arată *porositate*. Apa poate trece prin pori, deci prin argilă după încălziri puternice. Pusă pe limbă absoarbe saliva și „se lipește de limbă". Argila umedă după calcinare a pierdut plasticitatea, adică pulberea ei la agitare cu apa nu mai dă pasta căreia să-i putem da forma voită.

Argila plastică a servit în vechime popoarelor civilizate pentru fabricare de cărămizi și oale întrebuințate în gospodărie sau pentru obiecte de artă. Ca și astăzi, acum 10000 de ani oamenii știau să dee formă argilei și să fixeze forma prin încălzire puternică.

Obiectele și oălriile fabricate din argila plastică se împart în două categorii, după starea lor în urma încălzirei puternice:

a) *Oălrii neporoase*, impermeabile pentru lichide.

b) *Oălrii poroase*.

La cele dintâi, după încălzire puternică materia obiectelor este pe jumătate transformată într'o masă sticloasă. De aceia uneori se zice că sunt *semivitrificate*.

Lectură. Confecționarea tuturor oălriilorși aob iectelor de argilă ori caolin, reclamă o serie de operațiuni, cari se pot formula în chipul următor:

1. Pregătirea pastei. — După felul obiectelor ce voim să fabricăm, se pleacă de la amesticuri potrivite de pulberi de materiale, cari cu apa dau pasta.

2. Lucrarea pastei pentru a-i da forma. — Lucrătorii se servesc de *roata olarului*. De multe ori se toarnă materialul în *tipare* anume pregătite, sau se *presează* pasta contra unor tipare.

3. Formele pregătite se usucă întâi în aer, apoi în cuptioare, unde temperatura se ridică cu încetul.

4. Arderea, adică încălzirea puternică, care dă materialului starea definitivă.

O dată cu operațiile 3 ori 4 se adaogă materialele, cari servesc la *smălțuitul* obiectelor, adică formarea la suprafață și uneori, mai mult ori mai puțin adânc, în interior a unor *silicați*, cari au suferit un început de topire și prin cari se astupă porii.

Oălriile neporoase. — Din acest grup fac parte *porțelanele* și *gresiile ceramice*.

Oălrii poroase. — Fac parte din acest grup faianțele și oalele comune.

Porțelanele. — Pereții porțelanelor, după arderea definitivă sunt albi, vitrificați complect și de aceea păturile nu prea groase sunt trans

lucide. Porțelana este dură, (zgârie oțelul) și rezistentă la variațiile de temperatură.

Pasta porțelanei se face din caolin curat, căruia i se adaogă nisip, pentru a reduce contracțiunea la minimum și feldspat (ortoză) pentru a o face mai fusibilă. In caolin este totdeauna ceva carbonat de calciu. In genere proporțiile de material sunt cam următoarele: 55% caolin; 22,5% feldspat și 22,5% quarț. Pentru creusete, capsule și tuburi de porțelan întrebuințate în laboratoare se micșorează cantitatea de *ortosă* și se mărește cea de caolin, ceeace mărește soliditatea și rezistența la temperaturi înalte și la variațiile de temperatură.

Obiectele fasonate din pastă se zbicesc în aer și apoi se încălzesc în cuptoare cu încetul, începând cu părțile cele mai răci ale cuptoarelor. Se ard în două rânduri: o dată cam la 800^0—900^0. Obiectele au căpătat *consistență*, dar masa lor este *poroasă*. Se dă numele de *biscuit* acestei porțelane poroase. A doua ardere se face cam la 1500^0—1600^0. Ea are de scop de a astupa printr'o operație de *vitrificare* și *smălțuire* masa întreagă a obiectului. In acest scop se macină fin *pegmatită* (stâncă formată din foldspat și quarț), iar pulberea fină este agitată, cu multă apă. In alte părți, în loc de pegmatită se întrebuințează amestic de caolin, feldspat și quarț, dar cu un procent ridicat de feldspat; acest amestic se topește la o temperatură mai joasă decât acea a *biscuitului*. In suspensia astfel pregătită se pun obictele poroase rezultate din prima ardere; apa pătrunde prin pori, iar pulberea suspendată aderează la suprafața porțelanei poroase, răspândindu-se în mod uniform. Obiectele acoperite cu materia *vitrifiabilă* sunt puse acum în vase cu capac, făcute din argilă rezistentă la foc (argilă refractară) pentru a le feri de materiile solide din fum. Aceste vase se numesc *cazette* (*cutii*, casete făcute din argilă refractară). Cazetele se așează în coloane verticale în partea cuptorului unde se face încălzirea finală la 1500^0—1600^0. După umplerea cuptorului, ușile se *zidesc* și se aprinde focul. O ardere durează cam 24 de ore; răcirea ține 2—3 zile. Obiectele scoase din cuptor se clasifică în: *fine*, *mijlocii* și *fără valoare*. In arderea aceasta masa interioară a porțelanei se înmoae iar porii se astupă. La suprafață pulberea prin topire dă masa sticloasă numită *smalț* ori *glazură*. (franțuzește glaçure, nemțește glasur), care este silicat de Aluminiu, potasiu și *Ca*.

Statuile, busturile și reliefurile sunt arse puternic (1500^0—1600^0) fără *glazură*.

Un amănut, care caracterizează porțelanele, merită a fi menționat. Așezarea în *cazette* se face așa că ating fundul *cazettei* pe o suprafață inelară pregătită mai înainte la baza obiectului. Se ia materialul de smălțuit de pe acest inel, căci altfel prin topire, s'ar lipi de fundul cazettei. Toate obiectele de porțelană sunt deci lipsite de smalț

pe locul pe care au stat în *cazette*; prin aceasta porţelanele se deosebesc de *faianţe*, de cari ne vom ocupa mai jos.

Picturi pe porţelan. — De multe ori se fac *picturi* pe porţelană. Operaţiunea de pictare constitue o adevărata *artă*, fie că este vorba de porţelană, fie de sticlă. Coloranţii sunt oxizi metalici, cari pot suporta focul. Pictarea se face uneori pe *glazură*, alte ori dedesuptul ei. Picturile *sub glazură* se fac cu oxid de Cobalt (dă coloare albastră) oxid de Crom (verde), de Titan (galben) de Uran (negru). Picturile se fac întâi, apoi se procedează la glazură, aşa că se topesc în acelaş timp. Picturile peste glazura se fac din pulberi de sticle de plumb colorate, amestecare cu ulei fert. Obiectele se încălzesc încă o dată la *roş*, în sobe speciale (mufle). Sticlele colorate întrebuinţate sunt pregătite cu Oxid de iridiu, oxid cupric, oxid cupros, cromat de fer, cromat de plumb, clorură de argint, purpură de aur cari suportă temperatura sobelor numite *mufle*, dar nu pe acea a sobelor cu temperatura înaltă a glazurei.

Istoric. — Porţelanul a fost cunoscut în Europa abea prin sec. 16; Olandejii au adus câteva obiecte de porţelan din China, unde se fabricau obiecte de porţelan cu vr'o 2000 de ani înainte.

In Europa cea d'întâiu fabrică de porţelan începu să lucreze în Saxonia în 1710. Detaliile fabricării se datoresc alchimistului *Iohann Friedrich Böttger* ori, după alţi autori *Bottlicher*, care era ţinut prisonier de Prinţul *Friedrich August I de Saxonia*, căruia *Böttger* îi făgăduise că-i va da *piatra filosofală*, adică mijlocul de a fabrica aur, *Böttger* n'a putut descoperi o metodă de producere a aurului, dar a comunicat în schimb, *Prinţului* detaliile ce le avea cu privire la fabricarea porţelanei (1709). Secretul fabricării n'a putut fi păstrat. Curând se înfiinţă o fabrică de porţelană la Viena în 1719, iar în 1750 la Berlin.

In Franţa se făcură numeroase lucrări cu privire la fabricarea porţelanei. Cităm numele lui *Réaumur*, *Lauraguais*, d'*Arcet*, *Legay* şi *Maquer*, cari reuşiră să discopere metoda de preparare a ei. Din 1769 s'a fabricat în *Sèvres* porţelana franţuzească.

Gresii ceramice. — Se deosebesc de porţelană prin aceia că nu sunt translucide. Materialul întrebuinţat la confecţionarea pastei este mai puţin curat. De aceia gresiile ceramice sunt colorate în cenuşiu, albăstrui ori brun. Ele se ard fără substanţă pentru glazură, la temperaturi de 1300^0—1400^0; pentru a le da glazură, se aruncă în sobe, când temperatura este maximă, o cantitate de Clorură de Sodiu, care se preface în vapori. Se formează la suprafaţa vasului un silicat de Aluminu şi Sodiu, care se topeşte şi dă obiectelor un lustru special.

Pasta greziilor ceramice fine se compune din argilă plastică curăţită, din caolin şi feldspat.

Pentru greziile ceramice comune se ia ca material argilă plastică impură, şi se amestică cu nisip.

Fabricate în regiunea Rinului, gresiile ceramice au servit de prin sec. 15 la confecţionarea vaselor casnice. De multe ori obiectele erau împodobite cu zugrăveli albastre şi figuri în relief. In timpul nostru industria lor a fost reluată şi întinsă, de oarece sunt rezistente la reactivii chimici. Se fabrică vase pentru acizi, serpentine la refrigerente, robinete, (tuburi) olane pentru adus apă. Smalţul în aceste din urmă obiecte constă din o glazură de Fer şi Calciu. Multe din plăcile patrate întrebuinţate la pardosit sunt din grezii ceramice.

LECTURĂ. Continuare. Olăric cu masa poroasă

Faianţele. — La confecţionarea pastei se întrebuinţează argilă plastică curată şi quarţ redus în pulbere foarte fină. Sufăr două arderi. Prima ardere 1100^0 le dă consistenţă. Ea se face în cazette. Masa este poroasă. Ea este cufundată în soluţie de carbonat de potasiu, care ţine în suspensie un amestic pulberulent de quarţ şi oxid de plumb. La a doua ardere în cazette suprafaţa se acopere cu un *smalţ* format din o adevărată sticlă silicat de plumb şi potasiu. Alte ori pentru glazură se întrebuinţează argilă, feldspat, quarţ şi borax.

Pentru ca glazura să fie albă şi opacă se adaogă de multe ori oxid de Staniu. Pentru colorări, picturi se utilizează pulberi de sticlă colorate, cu cari se fac picturile pe obiecte după prima ardere. Glazura trebue să fie făcută dintr'o sticlă transparentă. Obiectele pregătite cu picturi sunt încălzite, închise în cazette şi numai atât, cât trebue ca să se topească glazura. In capsule sunt sprijinite în trei suprafeţe de sprijin şi de aceea la partea inferioară este lipsă de glazură numai în trei locuri. Picturele acestea pe faianţă sunt foarte variate şi de aceea faianţele pictate artistic sunt mult căutate.

Istoric. — Fabricarea faianţelor se făcea prin sec. 9 de către mauri în Spania. Glazura conţinea oxid de Staniu şi faianţele serveau la facerea podelelor sau a pereţilor în Moschee şi palate. Prin utilizarea oxidului de Staniu, care dă glazură opacă, se acopereau unele părţi colorate şi plăcile de faianţă apăreau astfel variat colorate în felul mosaicului. Fabricatele din Spania erau foarte căutate în Europa: se încărcau pe vapoare din insulele Baleare, anume din insula *Majorca*, căreia italienii îi zic *Majolica*. De aici numele de *Majolica* ce s'a dat acestor fabricate.

In Italia a înflorit arta olăriei, încă din vechime. Prin sec. 13 se fabricau obiecte dintr'o argilă, căreia i se comunica un smalţ alb, opac. O fabrică de asemenea obiecte era în oraşul *Faenza*, în statul papal. De aici numele de *faianţă*. Prin sec. 15 industria aceasta a juns la

mare înflorire. Fabricatele erau mult căutate în Europa. Prin sec. 16 *Bernard Palissy* în Franța, a contribuit la dezvoltarea *artei ceramice* prin lucrările lui experimentale. In special a descoperit condițiile, în cari se fixează colorile pe vasele arse, și în cari se obțin faianțe de calitate superioară. Observațiile lui le-a publicat.

Oalele comune. — Pasta pentru oalele comune, întrebuințate în bucătărie, este făcută dintr'o argilă feruginoasă, care la ardere devine galbenă sau roșie. Argila aceasta se amestică cu nisip și marnă. Fasonarea pastei se face cu ajutorul instrumentului întrebuințat de mii de ani, numit *roata olarului*. (fig. 89). La o axă verticală este fixată

Fig. 89

jos o roată de lemn orizontală, pe care olaru o mișcă, la dreapta sau stânga, cu picioarele; la partea de sus a axei este fixată o altă roată, care servește ca mesuță de lucru. Pe aceasta își fasonează olarul aluatul cu mâna. Oalele sunt disprinse de roată cu ajutorul unui fir de alamă, sunt uscate la aer, cufundate într'o suspensie de argilă, oxid de plumb, la cari se adaogă oxid de cupru, bioxid de Mangan sau bucăți de oxid de fer cari cad, când ferul ruginit este bătut cu ciocanul. Uscate din nou în aer, ele sunt puse în cuptor. Flacările pătrund prin anumite deschideri în cuptor și ating direct oalele. Patura de material dela suprafața, cu oxid de plumb dă prin topire o sticlă care constitue *glazura* sau *smalțul*. In aceste oale nu-i bine să se lase să stea lichide cari au oțet, ori corpuri grase, cari dizolvă încetul cu încetul smalțul de plumb, dând săruri veninoase.

Cărămizile, olanele pentru sobele cu stâlpi, *olanele* ori *țiglele* de acoperit casele, oalele de flori, sunt făcute din *lut*, adică dintr'o argilă care are nisip. Din acest lut se dau la o parte pietrile și materiile străine

şi cu apa se face pasta, care-i fasonată cu mâna în rame de lemn. Rezultă aşa bucăţile prismatice uscate în aer întâi; sunt arse, ori în grămezi ori în sobe anume făcute, când instalaţia nu-i primitivă. In fabricile mari sunt anume camere de ardere, uneori necălzite cu *gaz generator*. Temperatura se ridică cam la 1000°. In aceste condiţii în interior are loc un început de topire a unei părţi de material, compus din silicaţi de Calciu şi fer; părţile topite formează în interior un schelet, în ochiurile căruia se găseşte argila care nu se topeşte. Cărămizi încălzite la 1300° sunt mai rezistente. Coloarea cărămizilor este uneori galbenă, alte ori roşie, după cantitatea de oxid de fer. Cărămizile sunt *poroase*; numai aşa pot servi la zidit. Industria modernă cere cărămizi, cari să reziste şi la temperaturi înalte şi la acţiuni chimice. In pregătirea lor se pleacă dela o argilă, care să conţină *cât mai puţin* substanţe cari se topesc, sau să dea naştere la substanţe fuzibile. Prin arderea unei argile, astfel aleasă se obţine o masă numită *Chamotte*. (*Şamo* este cuvânt chinezesc), Sfărămând această chamotte şi amestecând-o cu argilă, din pastă se pot face *cărămizi*, cari după uscare *sunt arse. Cărămizile acestea de Chamotte* sunt resistente la foc.

Pentru *teracote* (terra cotta, pământ copt) se întrebuinţează o pastă mai cu îngrijire curăţită. Din *teracote* se fac plăci pentru sobe, pentru căptuşit pereţii la unele magazii (brânzărie, mezeluri, etc.) etc. Masa terracotei după ardere este roşie; dar prin adăogire de oxizi poate fi colorată în chip deosebit.

Alcaraza. — Sunt vase din argilă poroasă, în care se ţine apa în ţările calde. Lichidul pătrunde prin pori şi eşind la suprafaţă se evaporează, absorbind căldură dela vas şi lichidul interior. Temperatura acestuia este deci inferioară celei a aerului înconjurator, mai ales dacă se ţin vasele *alcaraza* în loc fără soare şi în curent de aer, care favorizează evapotrarea.

Ultramarin. — Există în natură, prin Tibet, Siberia, un silicat de Aluminiu care conţine şi sulf şi este cunoscut sub numele de *lapis lazuli*. Are coloare albastră frumoasă şi a fost întrebuinţat multă vreme în pictură. De prin 1828 s'a putut fabrica un product albastru, numit *Ultramarin* (de către *Guimet* în Franţa, *Gmelin* în Germania) identic cu *lapis lazuli*. Fabricarea lui se face prin încălzire la roş, în creuzete acoperite, a unui amestic de Caolin, Sodă, Sulf şi cărbune. După răcire productul umed este sfărâmat şi spalat cu apă. Serveşte ca *sinteală* la rufele spalate, la facerea de tapete şi pictură pe ziduri. In acest scop este suspendat în apă.

Tencueli hidraulice. Beton.

In capitolul precedent am văzut cum se pot întrebuința silicații de aluminiu și de alte metale, la temperaturi înalte. De mult interes este să cunoaștem și proprietățile silicatului dublu de Aluminiu și Calciu în prezența apei, de oarece industrii și o technică specială sunt legate de această chestiune.

Var hidraulic. — Am văzut că varul rezultat dintr'un calcar cu 10%—30% argilă se întărește când stă mai multe zile *sub apă*. Corpul solid astfel obținut are mare duritate; lovit cu violență se sparge. Varul acesta este gălbui; prin stângere nu dă căldură și volumul nu crește. Pasta ce o formează cu apă *nu* se întărește în aer, așa că varul acesta nu poate fi întrebuințat la facerea tencuelilor aeriene.

Ciment. — Din contră, când cantitatea de argilă din calcar este între 30%—60%, varul amestecat cu apă, se întărește atât în aer, cât și sub apă. Acest product este *cimentul*.

Cimentul a fost fabricat întâiași dată în Anglia la *Leeds* pe la 1824, dintr'un calcar argilos și se numește *ciment Portland*. Când a început fabricarea și pe continent numele a rămas, din cauză că coloarea lui cenușie amintește pe acea a calcarului *Portland*.

Fabricarea cimentului se face amestecând întâiu, în proporțiile trebuitoare, calcar cu argilă și apă. Din pastă se fac bucăți prismatice, cum sunt cărămizile și astea se ard până încep să se înmoae. După răcire masa este pulverizată. In acest ciment avem deci Silicat de Calciu și aluminiat de calciu. *N'are oxid de Calciu liber.*

Tencueli hidraulice. Amestecând pulbere de ciment cu nisip și apă se obține o masă *pufin plastică*, care, fără să dezvolte căldură, după câteva timp, (uneori minute, alte ori ceasuri) se întărește; solidificarea crește cu timpul așa încât masa lovită sună ca porțelana. După întărire masa nu mai lasă să treacă apa printr' însa. Tencuiala făcută din ciment, nisip și apă se întărește, fie în aer, fie sub apă. Tencuiala făcută din var hidraulic, cu nisip și apă se întărește numai sub apă.

Tencuelile hidraulice sunt întrebuințate la construcții maritime, apoi la canaluri, poduri peste ape...

Lectură: In loc de a pune var hidraulic cu nisip și apă, se poate întrebuința și *varul gras* cu materii *argiloase arse* (*calcinate*) cum sunt hărburi de oale, olane, cărămidă pisată sau roci vulcanice (*puzzolane*, lângă Vesuv). De acest material s'au servit romanii la construcții de *apeducte*, etc.. cari durează de atâtea secole. Cimentul este întrebuințat mai ales la zidirea *fundațiilor*, sub formă de *beton*. In acest scop se pun la un loc ciment, nisip, prundiș și apă și masa este amestecată foarte bine; pusă în pături masa, după câtăva vreme, se întărește; se întrebuințează expresiunea face *prisă*. După un timp mai îndelungat, întărirea este așa de completă, încât masa formează un bloc tare ca o stâncă. Așa se fac temeliile la zidurile caselor, diguri la mare.

Dacă masa se toarnă peste rețele de fer, sau peste vergele ori bare de fer, legate între dânsele, betonul se numește *armat* și este mai rezistent decât betonul obicinuit. Din beton armat se fac fundațiile la clădiri mari; prin plăci de beton armat se separă etajele la diferite edificii (terminul tecnic pentru o asemenea placă este *planșeu* franțuzește *plancher*, podeală). In felul acesta betonul rezistă la îndoiri (flexiuni).

Pentru a explica întărirea tencuelilor hidraulice se admite că în arderea calcarului argilos pentru obținerea varului hidraulic sau a cimentului (1400^0) se formează doi compuși: silicat de Calciu anhidru (fără apă) ($SiO_2.3CaO$) și Aluminat de calciu ($Al_2O_3.3CaO$)anhidru. In contact cu apa silicatul pune în libertate CaO și $SiO_2.CaO$, cari absorb apa trecând în silicat de Calciu hidratat și în hidroxid de Calciu $Ca(OH)_2$ Ambele cristalizează. De asemenea Aluminatul, dă aluminat de Calciu hidratat cristalizat. Cristalizările se fac în toate direcțiile așa că avem o țesătură internă cristalină foarte rezistentă.

Există și o altă clasificare a cimentului:

1. *Ciment natural.* Se formează din calcar argilos prin căldura vulcanică, când în calcar există proporția trebuitoare de argilă. Pentru întrebuințare se macină stânca și pulberea fină se amestică cu apă, nisip apoi se întrebuințează. In această categorie avem *Puzzolanele*, cari se găsesc la *Puzzuoli* în apropriere de Neapoli; apoi pământul de *Santorin* etc. A fost în timpurile vechi întrebuințat la construcții.

2. *Ciment roman.* Este obținut prin arderea argilelor calcaroase, cari au mai mult de 10% SiO_2. Aici intră ceia noi am numit var hidraulic;

3. *Ciment artificial* sau *Portland*, obținut prin amestec potrivit de calcar cu argilă, sfărâmare, tratare cu apă, fasonare de bucăți prismatice, ardere și măcinare.

Staniul. *Sn*, (Cositor).

Principalul mineral din care se extrage stanul este *Casiterita*, SnO_2 (bioxid de Staniu). Se găsește în Boemia (Erzgebirge), în Kornwall (Anglia), Peru, Australia și în unele insule din Arhipelagul Sumatra. Casiterita cristalizează în sistemul patratic, prezentând *macla* caracteristică, (fig. 61).

Prin încălzire cu cărbune se obține din casiterită Staniul metalic.

$$SnO_2 + 2C = {}_2CO + Sn$$

Este un metal flexibil. Când îl îndoim se aud niște pârâituri, numite strigătele staniului. Ele se explică în modul următor: în interiorul staniului metalic avem cristali (structură cristalină); la îndoire micile cristale se freacă unele de altele și se produc ruptur. interioare însoțite de sgomote. Structura cristalină interioară se arată când punem peste staniu apă regală diluată; după spălare cu apă apar figuri de forma cristalilor de ghiață din fulgii de omăt. Când frecăm staniul între degete constatăm că el răspândește un miros particular.

Staniul poate fi prefăcut în table și lame la laminor. Bătut cu ciocane cari au suprafață mare, se preface în foiți foarte subțiri, numite *Staniol*, cu care se învălește ciocolata, ceaiul, săpunul. Densitatea 7,3. Se topește la 235°. Incălzindu-l cu băgare de seamă la o lampă cu spirt, poate fi topit într'o capsulă de carton; rar se întâmplă ca să se aprindă cartonul; de obiceu numai se înegrește.

Staniul a jucat un rol important în istoria civilizației omenești. Aliajele sale cu cuprul, numite *bronzuri*, au servit și servesc și acum Amintim și alte aliage.

1. *Metalul de lipit*, din 2 părți cositor și 1 parte plumb; se topește la 171°. Este întrebuințat de tinichigii, de lucrători în metal etc..

2. Din Staniu, Stibiu și puțin Cupru și zinc resultă aliajul numit *metal englezesc* (*Britannia metall*), din care se fac numeroase obiecte.

Intre întrebuinţări mai notăm : Amalgama de Staniu serveşte la fabricarea unor oglinzi.

Cu Staniu se acoper metalele spre a le feri de oxidare în aer, căci aerul la temperatura ordinară nu are acţiune asupra lui. Table de fer trecute prin o soluţie de zinc în acid clorhidric, apoi prin Staniu topit, se acopăr cu o pătură de Staniu ; în aceste condiţii căpătăm *tinicheaua*. Intrebuinţarea ei la acoperit casele, la facere de cutii pentru conserve etc.. este cunoscută.

Pentru a feri tingirile, căldările de Cupru de *coclcală*, vasele acestea se *spoesc*, adică se acopăr cu o pătură de Staniu. Operaţia se face prin încălzirea vaselor la circa 230°, curăţirea suprafeţei lor cu *ţipiriş* (clorură de amoniu) şi prin adăogare de Staniu fără plumb, care se topeşte. Lichidul este împrăştiat la suprafaţa cuprului, pe care o acopere, ferind-o de atacul aerului şi al acizilor organici. Până la întrebuinţarea porţelanei obiectele casnice se făceau mai mult din aliaj de Staniu cu ceva plumb (cel mult 10 %). Acum se întrebuinţează aliajul *Britania*, de care am pomenit mai sus, format din Staniu aliat cu antimon (Stibiu) în loc de Plumb.

Combinaţii : SnO oxid de Staniu

$Sn(OH)_2$ hidroxid de Stanu.

$SnCl_2$ clorură stanoasă solidă, produsă din Sn şi HCl

$SnCl_4$ Tetraclorura de Sn, lichidă, fumantă, produsă din acţiunea clorului asupra Sn.

SnO_3H_2 acid Stanic.

Plumbul, *Pb*.

Principala combinaţie a Plumbului, care se găseşte în natură este *galena*, PbS. Din ea se extrage metalul.

Tăet de curând este cenuşiu, strălucitor. In aerul umed îşi pierde repede strălucirea acoperindu-se cu o pieliţă cenuşie de oxid.

Este moale ; poate fi tăiat cu cuţitul şi lasă urmă pe hârtie. Este flexibil. Poate fi îndoit fără să se rupă. Este maleabil. La laminor poate fi redus în foi foarte subţiri. Din el se fac plăci, tuburi. Este greu : densitatea 1,35. Din el se fac gloanţe ; halicele se fac din plumb, căruia i se adăogă 0.5 % Arsenic.

Pătura de oxid formată la suprafaţa metalului în aer, apără restul metalului de oxidare. Se întrebuinţează plăci de plumb la acoperişuri.

la unirea ţevilor de fer pentru adus apa, la acoperirea cablurilor electrice, la tuburi pentru apă.

Este mult întrebuinţat la fabricarea acumulatorilor electrici. O mare parte din plumb este transformat în oxizii, de cari ne vom ocupa imediat.

Dacă luăm o placă de plumb şi-i curăţim cu un cuţit suprafaţa de pătura de oxid şi dacă o punem în apă distilată, se constată imediat că apa se tulbură de o substanţă albă bixidul de Plumb, $Pb(OH)_2$. Apa distilată deci îl atacă. De aceia acoperişurile de plumb ale caselor se alterează cu vremea. Apa comună, care are în soluţie sulfaţi, carbonaţi, îl atacă, formând la suprafaţă o pătură de sulfat de plumb, care apără restul metalului de atac. De aceia pot fi întrebuinţate ţevii de plumb la conductele de apă.

La temperatura ordinară acizii sulfuric şi clorhidric aproape nu-l atacă. Acidul azotic îl atacă transformându-l în azotat de plumb. Acizii organici, cum ar fi oţetul, (acidul acetic) îl atacă; sărurile de plumb introduse în organism îl otrăvesc (colice de plumb, *Saturnism*). De aceia vasele de Cupru nu trebuesc spoite cu cositor care are plumb.

Plumbul este încă întrebuinţat în numeroase aliaje. Un aliaj de Plumb, Antimon 10 până la 20% constitue metalul, din care se toarnă *literele*, întrebuinţate în tipografie.

Metalul de lipit, care se topeşte la 171° este făcut din 2 părţi Staniu şi 1 parte plumb.

Între oxizii de *Pb* avem:

Bioxidul de *Pb*, PbO_2 este oxidant. Frecând într'o piuliţă cu peretele aspru pulbere de PbO_2 cu pulbere de Sulf, acest din urmă se aprinde. De aceia PbO_2 este întrebuinţat la fabricarea chibriturilor.

Oxidul de plumb, PbO. — Dacă n'a fost topit, are coloare gălbuie şi se numeşte *masicot*. Dacă a fost topit, el formează la solidificare lame roşietice şi se numeşte *litarjă*. Aceasta din urmă e întrebuinţată la fabricarea sticlei, la smălţuitul oalelor, la confecţionarea bleasturilor (Pflaster, săpun de plumb) în farmacie, la prepararea lacurilor din uleiul de in, (vernis).....

Minium Pb_3O_4. Se obţine din oxidul de Plumb prin încălzire îndelungată la 300°—400° în curent de aer. Are coloare roşie. Este întrebuinţat la lipirea ţevilor de fer, la fabricarea chibriturilor, şi cu uleiu încălzit mai multă vreme formează boeaua cu care se dau acoperemintele de tablă, pentru a le conserva mai bine; tot

din minium şi lac obţinut din uleiul de in se face coloare roşie întrebuinţată în pictură.

Un carbonat de plumb numit *Cerusa*, se întrebuinţează în pictură, ca să dee coloare albă (cerusa amestecată cu *lac* din uleiu sicativ).

După combinaţiile P*b*O, P*b*S se vede că plumbul are valenţa 2. Clorura de P*b* este atunci P*b* Cl_2.

Există şi un bioxid de plumb PbO_2; se mai numeşte şi Peroxid de Plumb. Tot aşa bioxidul de Manganez MnO_2 se mai numeşte şi peroxid de Mangan.

Ferul, *Fe*.

Cunoaştem numeroase combinaţii ale ferului, dintre cari unele se găsesc în pământ, altele au fost preparate în laborator sau fabrici. In aceste combinaţii Ferul are valenţa 2 sau 3. Combinaţiile în cari intră Fer bivalent se numesc *feroase*, cele cu fer trivalent *ferice*. Aşa avem :

Fe O	oxid feros, negru CO_3Fe carbonat feros
Fe $(OH)_2$	hidroxid feros, verzui
Fe S	sulfură feroasă, neagră
SO_4Fe $7H_2O$	sulfat feros, verzui
Fe Cl_2	Clorură feroasă

Apoi

Fe Cl_3	Clorură ferică, roşietică
$(SO_4)_3$ Fe_2	Sulfat feric, roşietic
Fe_2 O_3	Oxid feric galben-roşu
Fe $(OH)_3$	Hidroxid feric, roşu.

In natură întâlnim *ferul nativ* sub formă de :

1. *Fer teluric*. Bolovani mari de fer format pe pământ (de aici *teluric*, latineşte tellus = pământ) se găsesc în bazalturile din *Groenlanda*; unii bolovani cântăresc mii de Kgr. Sub formă de grăunţe mai mari sau mai mici se găseşte, impreună cu aur, platină în nisipuri şi pietrişuri, în Urali, Brasilia, în Transilvania la *Pianul român*. Acest *fer teluric* s'a produs acolo unde cărbunele de pământ s'a aprins şi a venit în contact cu minerale de fer.

2. *Fer meteoric*, căzut pe pământ sub formă de aerolite, meteorite;

cântărind până la 20000 kg. Dacă se slefuieşte o faţă a unei bucăţi de fer meteoric şi se toarnă acid clorhidric pe dânsa, apar nişte figuri, numite a lui *Widmanstätten*. (fig. 90). De fer nativ oamenii s'au slujit la trebuinţele lor. In special ferul meteoric era considerat ca „un dar al cerului". Sub forma de combinaţii îl găsim în

1. *Magnetită* Fe_3O_4 în Suedia, Urali, Statele-Unite. Este uneori *magnetică*, când atrage pilitura de fer. Mineralul suedez este foarte curat.

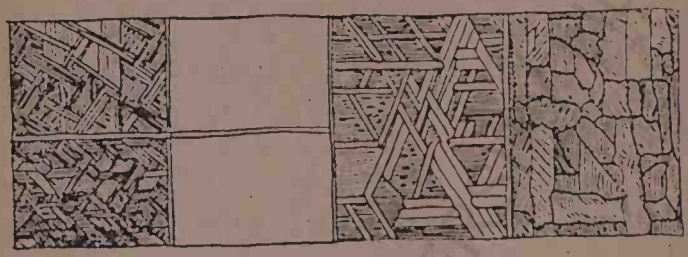


Fig. 90

Este exploatat, fiind transportat la porturile suedeze şi încărcat pe vapoare pentru a fi dus în alte ţări. Este cel mai bogat mineral în fer. In România îl găsim la *Boşşan* (Banat), *Baia Mare* (Transilvania), *Poiorîta* (Bucovina) apoi în Gorj, Mehedinţi, Bărnaru, Dobrogea.

2. *Oxid feric* (sesquioxid de Fer) Fe_2O_3. Când este cristalizat se numeşte *fer oligist*. Alte ori are structura fibroasă, atunci se numeşte *hematită roşie*.

Amestecat cu argilă formează *ocru roş*.

3. *Oxid feric hidratat*. Când e amorf şi are formula $(Fe_2O_3)_2\ 3H_2O$ se numeşte *limonită*. Este galbenă. Uneori este neagră: se numeşte *hematită brună*. Amestecată cu argilă formează *Ocru galben*. In România găsim limonita prin Jud. Baia, Gorj (Baia de fer), Mehedinţi (Baia de aramă, Bahna), Dobrogea....

4. *Sideroza*, CO_3Fe.

5. *Pirita* FeS_2. Se găseşte sub formă de cubi sau de cristali cu 12 feţe pentagonale (*dodecaedru pentagonal*). Are coloare galbenă ca aurul. In cantităţi mari se găseşte în Spania, Canada, Peru şi insula Elba. In ţară o întâlnim la *Baia de Aramă*, apoi în Jud. *Baia*, în Banat (*Moldova nouă*), în munţii metalici din Transilvania.

Când $Fe\ S_2$ se găseşte sub formă de cristali prismatici, poartă numele de *Marcasită*. Deci bisulfura de Fer FeS_2 este dimorfă. Şi pirita şi marcasita lovite de cremene *scapără* (grecește *pyr* = foc, de aici numele de pir.tă).

In sfârșit întâlnim fer în *Halcopirita* $FeCuS_2$, despre care am vorbit la Cupru.

Lectură. Dintr'o sulfură de fer S_8Fe_7, galbenă, magnetică, care se găsește în cantități mari în Bavaria, Suedia, se prepară o pulbere roșie de compoziția Fe_3O_4 numită *roș de Englitera, colcotor, caput mortuum.* cu care se șlefuiește sticla pentru oglinzi. Această sulfură numită *Pirotină*, la noi în țară se găsește la *Ciunget* (valea Lotrului și pe *pârâul lui Chirilă*, în Jud. Neamț.

Dintre combinațiile ferului, în natură găsim mai ales pe cele cu fer *trivalent.* Este o tendință generală a combinațiilor feroase, ca în contact cu aerul să se *oxideze* și să treacă în combinații *ferice.* De multe ori se întâlnește Sideroza alterată la suprafață; fiind transformată în hematită sau limonită, iar interiorul rămânând intact.

Experiențe: *a*) Intr'o prubetă se pune soluție de sulfat feros; se adaugă câteva picături de soluție KOH ori $NaOH$. Se produce precipitat alb verziu, gelatinos de $Fe(OH)_2$. care, la agitare cu aer, trece repede în $Fe(OH)_3$ *roș.*

$$2\ Fe(OH)_2 + O + H_2O = 2\ Fe(OH)_3$$

b) Soluție de SO_4Fe este tratată cu soluție de CO_3Na_2 Se produce un precipitat alb de CO_3Fe

$$SO_4Fe + CO_3Na_2 = SO_4Na_2 + CO_3Fe$$

Agitat cu aer în prubetă se obține din nou hidroxidul *roș.* $Fe(OH)_3$

c) Trecând curent de CO_2. ori tratând carbonatul feros cu apa dintr'un sifon, bogată în CO_2 se constată că precipitatul de CO_3Fe se dizolvă, (ca și CO_3Ca) în apă cu CO_2. Se formează acum *bicarbonat feros*

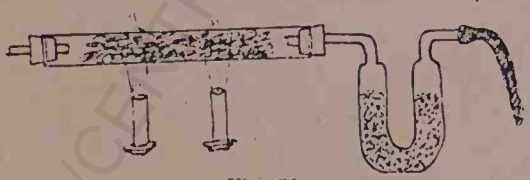


Fig. 91

$$(CO_3H)_2Fe$$

In natură are loc același proces. Apele, cari au în disoluție bicarbonat feros sunt ape feruginoase. Apele acestea (*Spa* în Belgia), sunt recomandate, căci prin întrebuințarea lor crește cantitatea de fer din sânge.

Reducerea oxidului de fer. — Se poate face prin curent de Hidrogen, așa cum s'a făcut și acea a oxidului de Cupru (fig. 91). Oxidul îl preparăm precipitând cu amoniac o soluție de $FeCl_3$; se filtrează și

se spală bine precipitatul. După uscare și încălzire într'un creuset se introduce în tub și se face reducerea prin H, ca la oxidul de Cupru.

Se lasă să cadă de sus pulberea pe o capsulă. Dacă nu s'a încălzit prea tare tubul și pulberea este fină, ea se aprinde în cădere când trece prin pătura de aer. Acest fer se numește *piroforic*. Dacă s'a încălzit tare și granulele sunt mai mari, în cădere pulberea nu se aprinde. Cu un magnet se arată că avem fer.

Reacțiunea cu *termită*; la Aluminium am arătat că oxidul de fer poate fi redus prin Aluminiu. La temperaturi înalte, oxidul de fer mai poate fi redus prin cărbune și prin oxidul de cărbune:

$$Fe_2O_3+3CO=3CO_2+2Fe.$$

Această reacție este baza procedeului de extragere a ferului.

Metalurgia ferului.

Reacțiunea chimică pentru extragerea ferului este simplă. In realitate operațiunea este complicată din cauză că in mineralul de fer se găsesc materii străine. Aceste materii de natură argiloasă sau calcaroasă, constituie *ganga* mineralului. Uneori predomină argila și atunci *ganga* este argiloasă, alteori calcarul și ganga este calcaroasă. In extracțiuni ele trebuesc înlăturate. In acest scop se prezintă două posibilități.

1. La încălzire o parte din fer se unește cu argila, formând un silicat de Aluminium și fer care se topește la o temperatură mai joasă decât ferul. Lichidul acesta constituie *zgura* lichidă. Incălzirea se face la o temperatură potrivită în așa fel încât bucățile de fer rezultate se lipesc dând o bucată de fer solid incandescent, pe care lucrătorul o ia cu cleștele și o bate cu ciocanul pentru a îndepărta zgura lichidă aderentă. In metoda aceasta o parte din fer se pierde și temperatura nu trece de 1500°.

2. Se caută să se transforme ganga într'o masă mai greu fuzibilă decât ferul; In acest scop, dacă ganga este argiloasă i se adaugă *calcar*; dacă ganga este calcaroasă i se adaugă argilă. Materia adăugată se numește *fondant* (fondre-a topi).

Fondantul și ganga formează un silicat de Aluminiu și Calciu, care este mai greu fuzibil decât ferul.

Aceasta de a doua metodă cere deci o tecnică perfecționată, căci extracția ferului se face la o temperatură atât de înaltă, peste 1500°, în cât se topește și ferul și zgura; topite se adună în creusetul cuptorului, separându-se după densități, zgura de-asupra și ferul dedesupt. In adevăr la 1800°, cât este temperatura deasupra creuzetului, se topește și zgura. In această a doua metodă, extracția ferului și zgurei,. se face în cuptoare de circa 10 m. înălțime, când la extracție se

utilizează *mangalul*, şi de 20—26 m. înălţime când se întrebuinţează *cocs*. Din cauza aceasta, metoda a doua este numită a *cuptoarelor înalte*. In această metodă se pierde mai puţin fer şi cel obţinut este de calitate cu mult superioară.

Lectură: Cuptoarele înalte au început a fi întrebuinţate de prin sec. 15, cărbunele întrebuinţat era *mangalul*. Ele funcţionau atât pe continent, pe *Rin*, cât şi în *Anglia*, unde prin 1543 se turnau tunuri de fer. Intrebuinţarea a avut ca efect o pustiere a pădurilor, guvernul din timpul *Reginei Elisabeta* a Angliei, limită printr'un decret întrebuinţarea mangalului. De atunci s'a început întrebuinţarea *cocsului*. Pe la 1800 metoda cuptoarelor înalte se întinde în Germania (Silezia şi Rin), Franţa şi Belgia.

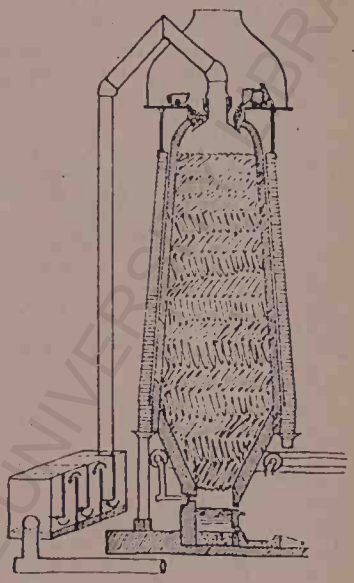


Fig. 92

Inainte de sec. 15 se întrebuinţa deci peste tot procedeul 1, care astăzi se mai întâlneşte numai prin Catalania, Corsica, unde este mineral bogat în fer, relativ curat, lemnul abundent şi drumurile greu de întreţinut în bună stare. In cărţi procedeului d'întâi i se dă numele de procedeul *catalan*. Deoarece el constituie procedeul întrebuinţat peste tot locul înainte de sec. 15, îl vom numi procedeul cu zgură topită.

Procedeul vechi. Metoda cu zgura topită, iar ferul solid, s'a executat după ţară şi loc. Din timpurile cele mai vechi se întrebuinţau *sobe* şi *cuptoare*, unde materialul era încălzit cu mangal.

In *India, ferarii* aparţineau unei caste inferioare: ei umblau din loc în loc şi se aşezeau pentru câtva timp în locul unde găseau material curat (magnetită, ori oligist-limonită) şi puteau face după voie *mangal*. Unde se aşezau, făceau din argilă un cuptor rotund, înalt de vr'un metru cu fundul lat de circa 0,3 m. şi cu deschidere la partea superioară (gura cuptorului) de 0,15 m. până la 0,3 m. La partea inferioară se lăsau două deschideri: una pentru scurgerea zgurei lichide, iar a doua pentru ţeava suflaiului. Acest din urmă, făcut din piele de capernat întâlneşte şi în zilele noastre la noi, la ţiganii ferari. In sobă se face foc de mangal, peste care se toarnă prin gura cuptorului alternativ pături de mineral pisat şi mangal sfărâmat. Bucăţile de fer rezultate,

se unesc, dând după vre-o 4—6 ore, bucăţi mai mari, poroase, cari sunt scoase şi bătute cu ciocanul. Ferul obţinut este dat de-adreptul în comerţ, şi din el se lucrează diferitele obiecte, de cari se simte nevoie. Alteori se întrebuinţează la extracţia ferului, materialul pus pe o vatră, fig. 92 bis., prevăzută pe margini cu plăci de fier ori cu zidărie căptuşită cu bucăţi mici de mangal şi cu minerale uşor fuzibile. Se umple vatra cu mangal, se pune mineralul şi se arde cu suflaiul, adăogându-se din când în când mineral şi cărbune până se

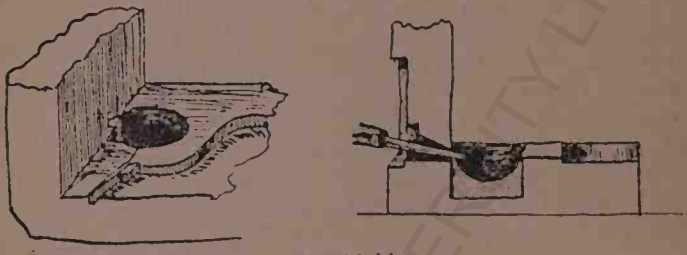


Fig. 92 bis.

formează o bucată de fer, care este scoasă şi aşa incandescentă este bătută cu ciocanul. Alteori, *vatra* este zidită din material refractar (*cuptoare catalane*) *navareze* ori *biscayene*, având forma de creuzete larg deschise la partea superioară. Ca perfecţionări se întâlnesc suflaiuri de apă. După mărimea acestor *creuzele* (li se spune şi furnale, deşi partea superioară este larg deschisă) se lucrează dela 300—1000 kgr. mineral cu tot atâta mangal; se scoate 33% fer.

Metoda zgurei lichide avea un avantaj: Ferul (calitate inferioară) scos era lucrat imediat şi transformat mai departe în diferite obiecte. Nu era însă economicoasă.

S'au încercat în Austria, Turingia, şi în alte locuri cuptoare de 2—5m. înălţime, din care se extrăgeau mase de fer, de câte 500—800 Kgr. Acest fer nu era curat; el trebuia supus la tratamente ulterioare.

Metoda cu zgura şi ferul topit.

Cuptoare înalte. — Se zidesc din material refractar având forma arătată în figura 92. Se toarnă alternativ pături de material, (pregătit prin încălzire în aer şi amestecat cu fondantul corespunzător) şi cocs. Se aprinde cocsul şi se suflă un curent puternic de aer prin ţeava S. Reacţiunea chimică are loc: CO_2 format trecând prin pătura de cărbune incandescent trece în

CO; gazul CO trecând peste pătura de oxid de fer, îl reduce. $Fe_2O_3+3CO=_3CO_2+_2Fe$ Gazul CO_2 trecând peste pătura următoare de cărbune este transformat în CO, care în pătura următoare de mineral dă din nou fer și CO_2 etc.

Punerea ferului în libertate se face cum se vede în acelaș timp, în diferite pături succesive de mineral. Temperatura fiind înaltă, Ferul se combină cu carbonul. Materia topită se adună la partea inferioară numită creuzet; peste dânsa plutește zgura lichidă care esă necontenit prin o deschidere și se scurge pe un perete înclinat, de pe care este luată pe măsură ce se solidifică. Când creuzetul se umple cu fer topit, se scoate dopul care astupă o deschidere și materia topită este primită pentru a fi supusă la noui operații. Vom numi această materie *fer brut*. Partea de sus adică *gura* cuptorului (*Gicht* nemțește și *Gueulard* franțuzește) a primit în cursul vremurilor numeroase modificări și perfecționări. Prin ea se varsă material și cocs în cuptor și tot prin ea se degajă gazurile cari au străbătut toată seria de pături din cuptor. Compoziția lor aproximativă este Azot 60%, Oxid de cărbune 24% CO_2 12% și alte corpuri. La început erau lăsate să se desvolte liber în atmosferă. Mai târziu s'a recunoscut valoarea lor (cuprind: 24% CO) și au fost prinse, arse și întrebuințate la încălzirea prealabilă a aerului introdus în cuptor. La cuptoarele de astăzi, deschiderea de sus este deci făcută așa ca să permită umplerea cu material, (umplerea se face de multe ori în mod automat) și să se poată conduce gazurile dela gură spre a fi arse și utilizate.

Cuptoarele înalte odată puse în funcțiune merg ani de zile neîntrerupt, chiar 20 de ani.

Din datele cunoscute, se vede că în 1910 s'au produs în intreaga lume 65.000.000 tone de fer; America a contribuit cu mai bine de 1/3 Germania cu 1/4.

Ferul brut, conține încă Siiciu, Fosfor, Cărbune, Mangan. El poate fi întrebuințat și așa cum esă din furnalele înalte; dar o mare parte este supus la noui tratamente, cari au de scop să înlăture din el Fosforul, Carbonul, Siliciul

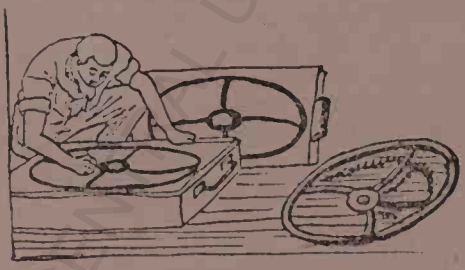
Când creuzetul se umple, se scoate dopul dela U și ferul brut lichid este primit în diferite vase. Uneori este lăsat să se solidifice. Substanța solidă constituie *fonta* (spija).

Lectură: — **Fonta.** Există două feluri de fontă: cea *albă* și fonta *cenușie*. Cantitatea de carbon din fonte este variabilă, între 3%—5%. Când se topește, trece deadreptul în lichid fără ca prealabil să se

înmoaie. De aceia nici la temperatură înaltă nu poate fi lucrată cu ciocanul.

Fonta cenușie. — Densitatea între 6,79—7,05. Se topește pe la 1200°, nu se poate bate cu ciocanul, căci se sfarămă. O parte din carbon este combinat cu ferul, altă parte este cristalizat în fontă sub formă de grafit. Este bogată în Siliciu. Tratată cu un acid, se dizolve, lăsând cristalii de grafit sub forma unui reziduu feruginos, negru. Fonta cenușie poate fi pilită, sfredelită și lucrată la Strung. Topită, poate fi *turnată* în tipare. Din ea se fac cilindri de mașini cu vapori, coloane de fontă, stâlpi, balustrade la cerdace, la garduri: toate obținute turnând în forme fonta lichidă primită direct dela furnalele înalte. Pentru reproducere de sculpturi, statuete, vase de ornament, se întrebuințează fonta cenușie solidă, care suferă o a doua topire în furnale speciale, numite *furnale Kupol* (Kupolofen, franțuzește *cubilot*).

Fontă albă. — Este mai sfărimicioasă decât cea cenușie, densitatea 7,44—7,84. Se topește între 1050°—1100°. Nu poate fi turnată, nici pilită. In fonta albă carbonul este combinat cu ferul, ea nu are cristali de grafit. Tratată cu acid clorhidric, nu lasă rest de grafit și tot carbonul se desvoltă sub formă de combinații cu hidrogenul (hidrocarburi) cu miros greu. Fonta albă este foarte dură. Răcind brusc fonta cenușie prin turnare în tipare cu pereți buni conducători de căldură, ea se solidifică și suprafața ei răcită brusc dă o fontă albă foarte dură,



fonta dură. In felul acesta se prepară cilindrii de fontă pentru laminor dar mai ales plăci de 4—40 cm grosime întrebuințate ca *cuirase* la turnurile cuirasate, cari apără artileria de coastă. Și cantitatea de Mangan joacă rol în producerea acestor două feluri de fontă. Dealtminterlea se știe că teoria fenomenelor de producere a fontei este destul de complicată.

Intrebuințarea zgurei. — Mai înainte zgura era considerată ca un produs fără valoare. In timpurile din urmă ea este întrebuințată la facerea de cărămizi, sticlă și ciment, precum și la fibre (lână din zgură) întrebuințate ca apărătoare de căldură.

Tratând zgura cu apă rece, ca se poate sfărâma. Bucăţile împreună cu var stins sunt turnate în forme unde ele se prind formând cărămizi foarte rezistente. Dacă se aruncă asupra zgurei lichide, care curge din furnale, un curent de vapori de apă, zgura se solidifică, formând mase fibroase. (lână de zgură).

Ferrosilicium. — Este o fontă care are mult Siliciu. Se prepară în cuptoare înalte speciale, utilizând material bogat în acid Silicic. Se pot obţinea astfel fonte cari au până la 20% Siliciu.

Fonte manganezifere. — Unele conţin 5%—20% mangan, (Spigeleisen), altele până la 80% mangan, numite *ferromangan*. Se prepară întrebuinţând furnale înalte speciale, în care se pune mineral bogat în Manganez.

Pentru turnarea de obiecte din fontă, se face de multe ori o a doua topire în *furnale Kupol*. Se pregătesc din nisip jumătăţi de tipare, cari se aşează una peste alta; se lasă locuri de turnat fontă şi găuri pe unde să iasă aerul. figura la pag. 220.

Ferul moale. — De când oamenii au cunoscut ferul, au văzut cum poate fi el întrebuinţat la diferitele nevoi ale vieţei; nici un alt metal nu are proprietăţi, aşa de potrivite pentru întrebuinţare, ca ferul. Este rezistent la presiune, lovire, tragere; prin batere cu ciocanul i se dă orice formă. Poate fi laminat, trecut prin filieră etc. Incălzit la roş el se înmoaie, formând un fel de *pastă*, căreia îi putem da forma dorită. In afară de aceasta, starea de pastă permite ca două bucăţi de fer în această stare, să se lipească prin apăsare. Pentru alte întrebuinţări este nevoie de fer elastic, pentru altele de fer cu duritate mare. *Ferul curat* nu corespunde acestor cerinţi. Nici fontele obţinute din furnalele înalte nu corespund din cauza *Si*, *Mn*, P şi S, ce se găsesc în fontă. Numai ferul cu puţin cărbune corespunde cerinţelor industriale. Ferul care are cantitatea cea mai mică de cărbune se numeşte *fer moale*. Pentru a-l obţinea, trebue îndepărtate elementele *Si*, P, *Mn*, S. Operaţia se face prin *oxidare*, care trece aceste elemente împreună cu o parte din fer în zgură fuzibilă. Odată cu oxidarea acestor substanţe este arsă şi o parte din carbon, reducându-se astfel cantitatea acestuia Operaţia de trecere a fontei în fer ductibil şi maleabil, prin oxidare se numeşte *afinare*, ori *afinaj*.

Multă vreme fierarii îşi pregăteau singuri fierul moale, introducând fonta în mangal aprins, focul fiind întreţinut prin suflare de aer. La temperatura înaltă a cărbunelui roş, fonta începe să se topească, iar picăturile ei sunt oxidate de aer; Siliciul, Fosforul, trec în silicat şi fosfaţi de fer şi maganez fuzibili, iar carbonul este şi el ars parţial. Masa de fontă topită care cade la fundul creuzetului (furnalul este construit ca cel din fig. 92 bis)având mai puţin C, *Si*, P, *Mn*, se topeşte mai greu; ferul moale începe a se solidifica; cu cleştele se aduna bu-

căţile de fer moale, se bat cu ciocanul pentru a îndepărta zgura lichidă. Ferul este transformat în bare de fer, bastoane, şi dat în comerţ. Acest fer moale era scump căci şi mangalul este scump; afară de asta din 100 kg. fontă se obţin circa 75 kr. fer moale. Prin 1784 un englez *Cort*, a imaginat o altă metodă de afinare, în care se întrebuinţează *huila*. Metoda se numeşte *pudlaj*. Furnalul pentru pudlaj are forma indicată în (fig. 93). In sobă (stânga figurei) se face foc, prin ardere de huilă. Flacările trec în cuptorul boltit, zidit din material refractar

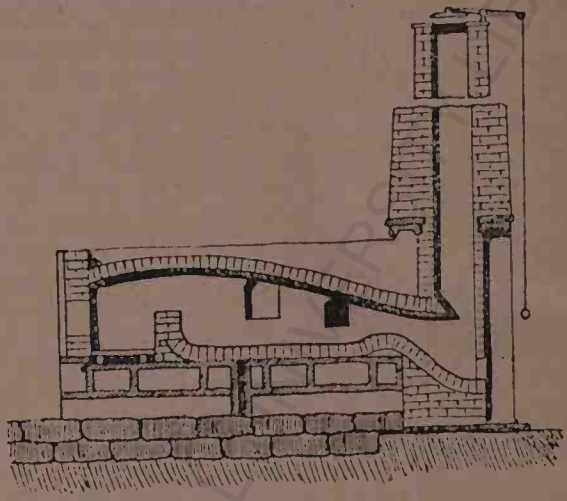


Fig. 93

şi căptuşit cu zgură bogată în fer. Pe vatră se introduce fonta prin deschideri laterale prevăzute cu portiţi. Prin gratarul sobei pătrunde aerul şi tirajul este asigurat de coşul înalt. Fonta se topeşte; ard *Si*, P şi C; zgura lichidă (silicaţi de fer şi mangan, şi fosfat de fer şi mangan) trece peste ridicătura dintre vatră şi coş şi este scoasă prin o deschidere laterală. Pentru a uşura formarea zgurei, se adaugă *fondant* potrivit. Ferul trece şi el în oxid Fe_3O_4 care trece *în lichid* şi arde cărbunele prin oxigenul său.

$$Fe_3O_4 + C = CO + 3FeO$$

Oxidul feros venind la suprafaţă este oxidat din nou în Fe_3O_4; oxidul de carbon se formează deci în toată masa lichidului şi desvoltându-se agită lichidul, aşa că dă aparenţa de fierbere. La suprafaţă oxidul de carbon arde cu flacără albastră. De aici s'a dat metodei numele de *Pudlaj*. (to poddle = a agita) Bucăţelele de fer moale se unesc în bucăţi mai mari, cari sunt bătute cu ciocanul, purtat cu vapori şi apoi trec în laminor pentru a fi transformate în bastoane, bare, plăci. Sunt

și furnale cari fac agitația mecanic (*procedeul Danks*). Prin *pudlaj*, din 100 kgr. fontă se obțin 85 kgr. fer moale.

Proprietățile ferului atârnă de cantitatea de carbon și materii străine rămase în el, precum și de tratamentul la care este supus materialul obținut.

Fer absolut pur se obține din firele de fier întrebuințate ca strune de pian, prin încălzire cu oxid de fer și ceva sticlă pisată. Se mai obține prin reducerea Fe_2O_3 pur prin hidrogen; de asemenea pe cale electrolitică.

Proprietăți. Ferul curat este un metal alb strălucitor. Este atras de magneți. Poate fi lucrat cu ciocanul. Se topește pe la 1600°. Densitatea 7,8. Topit și lăsat să cristalizeze cu încetul capătă o structură cristalină. Suprafața lucietă a lui dă cu acid azotic diluat *figuri de corrosiune*, formate din linii care se încrucișează, și cari se văd bine în cazul figurilor lui *Widmannstätten* de la pag. 214. Acizii clorhidric, azotic și sulfuric cu apă îl disolvă. Din contră acidul azotic și sulfuric concentrat nu-l atacă. Se formează în acest caz o pătură de oxid la suprafața metalului, care împiedică atacul lui.

Dacă punem un cui de fer cu suprafața bine curățită în NO_3H concentrat, atacul n'are loc; scoțând cuiul și punându-l în acid azotic *diluat*, se constată că, ferul nu este atacat nici de acidul diluat. Dar dacă agităm, ori atingem cuiul cu un alt cuiu, acidul diluat îl atacă. Ferul scos din acid azotic concentrat, se numește *fer pasiv*. In aerul umed ferul *ruginește*, adică se acoperă cu o pătură roș-gălbuie de *oxid*. Cantități mici de carbon, adăugate ferului îi schimbă proprietățile.

Fer cu 3%—5% carbon este *fonta*, care are, cum am văzut, alte proprietăți, decât *ferul moale*, adică, ferul curat (ori numai cu puțin carbon, cel mult 0,6% cele mai multe ori 0,1%). Ferul moale este foarte tenace și nu poate căpăta duritate.

Când ferul conține 0,6%—1,5% carbon, poate fi făcut *dur* prin *călire*, adică încălzire și apoi răcire bruscă.

Acest fer se numește *oțel*. Se topește la 1350°. Incălzind oțelul și răcindu-l *brusc* (călire), el devine așa de dur că zgârie sticla, iar în acelaș timp el este *casant* (sfărmicios) și deci nu poate fi lucrat cu ciocanul. De asemenea nu este elastic. Dacă însă încălzim oțelul și-l răcim cu *incetul*, el pierde ceva din duritate, dar devine *elastic*. Operația se numește *lasarea* oțelului.

Se vede că masa de oțel, cu acelaș conținut în carbon, are diferite proprietăți, după modul cum a fost tratat. Temperatura, la care a fost încălzit, în lasare, se constată după colorile ce apar la suprafață, așa la (oțelul lustruit) la 222° apare galbăn palid, la 232° galben ca paele, brun (254°), roșietic 261°, albastru 288° și negru-albastriu la 316° (în ulei de in, care fierbe).

Oțălul are variate și numeroase întrebuințări în industrie. De aceia prepararea lui constituie una din problemele cele mai importante ale technicei moderne.

Lectură: **Oțălul prin cementare.** — Se înconjoară ferul moale cu pulbere de cărbune și se încălzește. Cărbunele pătrunde în fer și-l transformă în oțel. Acesta este oțelul produs prin cementare. Invers, înconjurăm tablele de fontă (sărace în Mangan), ori mici obiecte de fontă, (chei, părți de mașini), de grosime mică, cu oxid de fer, și încălzim, oxigenul din oxid pătrunde în fontă și arde C, dând un oțel numit *Temper*, sau fontă care poate fi lucrată cu ciocanul.

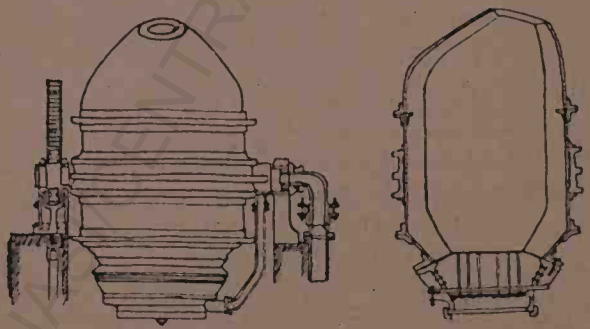


Fig. 94

In timpurile noastre se prepară în cantități mari oțelul prin *decarburarea* ferului brut (fontă) și adaugare de cărbune la ferul moale astfel obținut. In tehnică avem două procedee pentru prepararea oțelului prin această metodă:

1. *Procedeul Bessemer.* — Fonta topită, așă cum esă dela cuptoarele înalte este pusă în vase mari, în formă de *retortă* ori de *pară*, făcute din plăci de fer, cari în interior sunt căptușite cu material rezistent la foc. *Când fonta nu are mult fosfor*, materialul refractar interior este silicios (argilă cu nisip). Vasul acesta este *convertisorul lui Bessemer*. El este mobil în jurul unei axe orizontale; un tub conduce aer la partea inferioară a convertisorului și pătrunde prin tuburile făcute în fundul lui, în masa de fontă topită, pe care o oxidează. Se oxidează manganul, arde Siliciul (dela gura retortei ese scântei), apoi cărbunele (flacăra albastră la gura retortei). Aceste arderi dau căldură suficientă ca să țină lichidă masa. Se adaugă apoi *fonta manganezifera* (spiegeleisen sau ferromangan) topită în cantitatea trebuitoare, cerută de analiza chimică. Manganul reduce oxidul de fer format; cărbunele din fontă se asociază la masa topită, dând procentul trebuitor oțălului. *Oțălul* lichid este apoi scos prin răsturnarea convertisorului și *turnat*. In 20—25 de minute se fabrică dintr'o dată 15—30 tone de oțel.

In (fig. 91) se vede cutia de aer bine înșurubată la partea de jos a convertisorului. Fundul prin deșurubare poate fi înlocuit cu altul: se văd și tuburile, prin care pătrunde aerul trimis de o mașină de compresiune. Aerul este încălzit la 100°. Tubul de aer trece pe lângă suportul convertisorului, pătrunde la axă și de aici la cutia de aer de la partea de jos a convertisorului.

In pudlaj și în procedeul Bessemer oxidarea se face prin aer.

Când fonta are fosfor, căptușeala convertisorului este calcaroasă. Se formează atunci zgură de fosfați de calciu, care la sfârșitul operației este pusă în vase deosebite; după răcire masa solidă este măcinată mărunt și fosfatul dat pentru a servi ca îngrășăminte agricolă; metoda se numește a lui *Thomas* (1879) fosfatul este *fosfat Thomas*; metoda se aplică la fontele sărace în Siliciu și bogate în fosfor. Prin o adăugare prealabilă de ferromangan topit, *tot sulful* a fost îndepărtat.

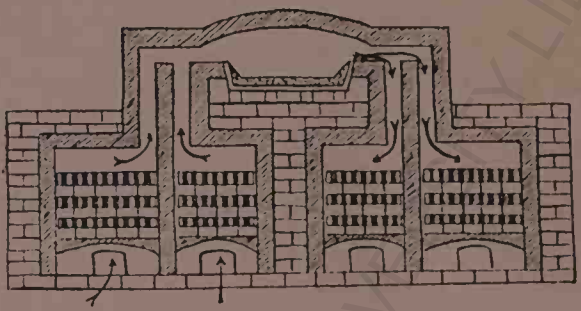
2. Un oțăl de bună calitate se obține prin un procedeu, numit *Siemens-Martin*.

In 1865 frații *Martin* au arătat că se poate prepara oțel prin adăogare de fer moale la fontă topită. Procesul deveni industrial, în mare, numai la 1885 când *Siemens* introduse încălzitul cu *gaz generator*, obținut prin ardere de păturĭ de huilă în aer. Gazul obținut este format din azot și oxid de carbon și prin ardere în cuptoare boltite dă temperaturi foarte înalte, până la **2000°**.

Cuptorul regenerator are partea boltită și vatra. Se topește pe vatră fonta; se pun în ea bucăți de fer oxidat, sfărămături de șine, de tunuri etc., în cantități de mai înainte calculate. Ele se disolvă în metalul topit, oxigenul din oxizii adăogați oxidează carbonul dând CO, care este ars de aerul cu care se amestecă gazul generator.

Au loc oxidări ca în pudlaj. Rezultă o masă *lopită* care are carbon între 0,1%—1,5%. Se obţine un oţel mai omogen şi mai solid.

Dacă se topeşte oţălul a doua oară în creusete de grafit în afară de contact cu aerul, în furnalul regenerator, se obţine un oţăl omogen, foarte căutat. El constituie productul cel mai preţios al industriei ferului. Fabricat întâi în Anglia de pe la 1770, multă vreme fu vândut pe continent cu preţuri mari. In 1812 *Friedrich Krupp* în *Essen* iz-



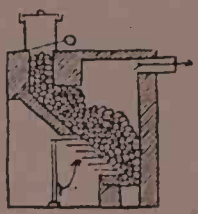


Fig. 95

buti să imiteze produsul englezesc. O dată cu dezvoltarea uzinelor *Krupp*, de către *Alfred Krupp*, fiul celui d'întâi, industria a reuşit să fabrice acest oţăl (*Gusstahl*, acier fondu) din mai multe sute de creusete, până la blocuri de 85.000 Kgr. Din aceasta s'au făcut vestitele *tunuri Krupp*. Uzinele Krupp întrebuinţau înainte de războiu zeci de mii de lucrători.

Oţăl special. — Se prepară adăogând oţelului diferite metale, Mangan, nichel, Crom, Wolfram (tungsten) etc. Nichelul îi măreşte duritatea. Un oţel care are 36% Nichel are un coeficient de dilatare aproape de zero, deci nu sufere variaţii de volum şi lungime, când temperatura variază. El se numeşte *invar* şi este întrebuinţat în orologerie. Oţăluri cu 7—12% tungsten, sau cu crom 2—6% sunt *foarte dure*, şi-şi păstrează duritatea la roşu. Ele se întrebuinţează la strungurile cari se învârtesc repede, au tăiere repede (cu care ocazie temperatura se ridică). Pentru prepararea lor se întrebuinţează mult şi sobele electrice.

Calacau ori Calaicau. $SO_4Fe.7H_2O$. — De sute de ani se obţine prin oxidarea sulfurelor de fer (piritelor) în aer în prezenţă apei. Pentru asta piritele (Sulfurile metalelor) se fac grămezi, cari-s udate din când în când şi lăsate timp îndelungat la aer. In aceste condiţii sulful este oxidat şi transformat în Sulfat de fer (din pirite) şi Sulfatul de Cupru (din sulfuri de cupru). Sulfaţii sunt dizolviţi în apă, care se toarnă peste grămezi şi prin cristalizare îi separăm. Azi se prepară mai ales

prin dizolvire de fer în SO_4H_2. Cristalii sunt verzi şi în aer se oxidează, trecând în Sulfat feric galben-roşietic.

Incălzind Sulfatul feros în aer, el este oxidat şi trecut în sulfat feric hidratat

$$_4SO_4Fe + _2O + _2H_2O = 4\ FeSO_4(OH)$$

Dacă substanţa aceasta este încălzită puternic cu suflaiul într'un creuset de porţelană, căruia i s'a lipit cu ghips capul unei lulele (pipă) de argilă, ea dă trioxid de Sulf, acid sulfuric şi Fe_2O_3.

$$4FeSO_4(OH) = 2Fe_2O_3 + 2SO_4H_2 + 2SO_3$$

Prin deschiderea pipei es vapori, cari se pot condensa în acid sulfuric într'un mic balonaş în care intră în voe coada pipei. In felul acesta s'a preparat acidul Sulfuric de *Nordhausen*. Restul solid de coloare roşie, este *colcotarul* (caput mortuum). Sulfatul feros are numeroase întrebuinţări în industrie la *colorat* lâna, pânzele, la fabricarea cernelei, desinfectări etc. ...

Nichel, *Ni*.

Se găseşte în pământ sub formă de combinaţii: *Nichelina* NiAs., arseniură de Nichel. Există *sulfoarseniură de Nihel* NiAsS. S'au descoperit minerale de Nichel în Noua Caledonie şi în Canada. Tratamentul acestor minerale este lung şi complicat pentru a putea extrage din ele Nichelul.

Metalul este alb ca argintul; este cel mai dur dintre metalele usuale. Este malcabil şi ductil. La temperatura ordinară este magnetic; dar încălzit cam la 250° îşi pierde proprietatea de a fi magnetic.

In aer, la temperatura ordinară, nu se oxidează. Acidul sulfuric îl atacă dând *Sulfat de Nichel* SO_4Ni; de asemenea se dizolvă în acid clorhidric cu formare de clorură de Nichel, $NiCl_2$. Se cunoaşte $Ni(NO_3)_2$ azotatul de nichel; mai notăm NiO oxidul de Nichel, $Ni(OH)_2$ hidroxid de nichel; sulfatul de Nichel $SO_4Ni.7H_2O$. Sările de Nichel dizolvite sunt verzi.

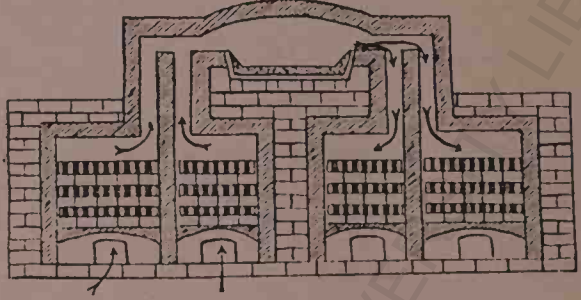
Cum se vede, în cele mai multe combinaţii Ni este bivalent. Există totuşi combinaţii cu Ni trivalent: $Ni(OH)_3$, Ni_2O_3.

Intrebuinţări. — Pentru a apăra obiectele de fer (sau de alte metale oxidabile), le acoperim prin electroliză cu o pătură de Nichel. Nichelul intră într'un foarte mare număr de aliaje. Din el se fac numeroase obiecte şi vase de gospodărie.

Reducând oxidul de Nichel prin Hidrogen sau gaz de apă, se obţine un *Nichel pulberulent*, care sub formă de catalizator joacă un mare rol în numeroase operaţii de laborator. Trecând CO cu H_2 la 250°, ori CO_2 cu H_2 la 350°, peste nichel pulberulent se obţine *metan*. La 200° nichelul pulberulent transformă un amestic de acetilen şi Hidrogen într'un amestic lichid de hidrocarburi analog cu petrolul american.

Au loc oxidări ca în pudlaj. Rezultă o masă *topită* care are carbon între 0,1 %—1,5 %. Se obţine un oţel mai omogen şi mai solid.

Dacă se topeşte oţălul a doua oară în creusete de grafit în afară de contact cu aerul, în furnalul regenerator, se obţine un oţăl omogen, foarte căutat. El constituie productul cel mai preţios al industriei ferului. Fabricat întâi în Anglia de pe la 1770, multă vreme fu vândut pe continent cu preţuri mari. In 1812 *Friedrich Krupp* în *Essen* iz-



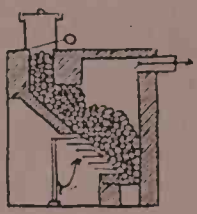


Fig. 95

buti să imiteze produsul englezesc. O dată cu dezvoltarea uzinelor *Krupp*, de către *Alfred Krupp*, fiul celui d'întâi, industria a reuşit să fabrice acest oţăl (*Gusstahl*, acier fondu) din mai multe sute de creusete, până la bloeuri de 85.000 Kgr. Din aceasta s'au făcut vestitele *tunuri Krupp*. Uzinele Krupp întrebuinţau înainte de războiu zeci de mii de lucrători.

Oţăl special. — Se prepară adăogând oţelului diferite metale, Mangan, nichel, Crom, Wolfram (tungsten) etc. Nichelul îi măreşte duritatea. Un oţel care are 36 % Nichel are un coeficient de dilatare aproape de zero, deci nu sufere variaţii de volum şi lungime, când temperatura variază. El se numeşte *invar* şi este întrebuinţat în orologerie. Oţăluri cu 7—12 % tungsten, sau cu crom 2—6 % sunt *foarte dure*, şi-şi păstrează duritatea la roşu. Ele se întrebuinţează la strungurile cari se învârtesc repede, au tăiere repede (cu care ocazie temperatura se ridică). Pentru prepararea lor se întrebuinţează mult şi sobele electrice.

Calaean ori Calaleau. $SO_4Fe.7H_2O$. — De sute de ani se obţine prin oxidarea sulfurelor de fer (piritelor) în aer în prezenţă apei. Pentru asta piritele (Sulfurile metalelor) se fac grămezi, cari-s udate din când în când şi lăsate timp îndelungat la aer. In aceste condiţii sulful este oxidat şi transformat în Sulfat de fer (din pirite) şi Sulfatul de Cupru (din sulfuri de cupru). Sulfaţii sunt dizolviţi în apă, care se toarnă peste grămezi şi prin cristalizare îi separăm. Azi se prepară mai ales

prin dizolvire de fer în SO_4H_2. Cristalii sunt verzi şi în aer se oxidează, trecând în Sulfat feric galben-roşietic.

Incălzind Sulfatul feros în aer, el este oxidat şi trecut în sulfat feric hidratat

$$_4SO_4Fe + _2O + _2H_2O = 4\ FeSO_4(OH)$$

Dacă substanţa aceasta este încălzită puternic cu suflaiul într'un creuset de porţelană, căruia i s'a lipit cu ghips capul unei lulele (pipă) de argilă, ea dă trioxid de Sulf, acid sulfuric şi Fe_2O_3.

$$4FeSO_4.(OH) = 2Fe_2O_3 + 2SO_4H_2 + 2SO_3$$

Prin deschiderea pipei ea vapori, cari se pot condensa în acid sulfuric într'un mic balonaş în care intră în voe coada pipei. In felul acesta s'a preparat acidul Sulfuric de *Nordhausen*. Restul solid de coloare roşie, este *colcotarul* (caput mortuum). Sulfatul feros are numeroase întrebuinţări în industrie la *coloral* lâna, pânzele, la fabricarea cernelei, desinfectări etc. ...

Nichel, *Ni*.

Se găseşte în pământ sub formă de combinaţii: *Nichelina* NiAs., arseniură de Nichel. Există *sulfoarseniură de Nihel* NiAsS. S'au descoperit minerale de Nichel în Noua Caledonie şi în Canada. Tratamentul acestor minerale este lung şi complicat pentru a putea extrage din ele Nichelul.

Metalul este alb ca argintul; este cel mai dur dintre metalele usuale. Este maleabil şi ductil. La temperatura ordinară este magnetic; dar încălzit cam la 250° îşi pierde proprietatea de a fi magnetic.

In aer, la temperatura ordinară, nu se oxidează. Acidul sulfuric îl atacă dând *Sulfat de Nichel* SO_4Ni; de asemenea se dizolvă în acid clorhidric cu formare de clorură de Nichel, $NiCl_2$. Se cunoaşte $Ni(NO_3)_2$ azotatul de nichel; mai notăm NiO oxidul de Nichel, $Ni(OH)_2$ hidroxid de nichel; sulfatul de Nichel $SO_4Ni.7H_2O$. Sările de Nichel dizolvite sunt verzi.

Cum se vede, în cele mai multe combinaţii Ni este bivalent. Există totuşi combinaţii cu Ni trivalent: $Ni(OH)_3$, Ni_2O_3.

Intrebuinţări. — Pentru a apăra obiectele de fer (sau de alte metale oxidabile), le acoperim prin electroliză cu o pătură de Nichel. Nichelul intră într'un foarte mare număr de aliaje. Din el se fac numeroase obiecte şi vase de gospodărie.

Reducând oxidul de Nichel prin Hidrogen sau gaz de apă, se obţine un *Nichel pulberulent*, care sub formă de catalizator joacă un mare rol în numeroase operaţii de laborator. Trecând CO cu H_2 la 250°, ori CO_2 cu H_2 la 350°, peste nichel pulberulent se obţine *metan*. La 200° nichelul pulberulent transformă un amestic de acetilen şi Hidrogen într'un amestic lichid de hidrocarburi analog cu petrolul american.

Cobalt *Co*.

Se găseşte sub formă de arseniură de Cobalt $Co\,As_2$, numită *Smaltină* şi sub formă de sulfoarseniură de Cobalt, $CoAsS$, numita *Cobaltină*.

Cobaltul metalic este alb ca argintul; magnetic la temperatura ordinară. Este stabil în aer de temperatura ordinară.

Dintre compuşi avem CoO, oxidul de Cobalt, $CoCl_2$ Clorură de Cobalt, $SO_4Co.7H_2O$ Sulfat de Cobalt, $(NO_3)_2\,Co$ azotat de Cobalt. In toate acestea este bivalent. Se cunosc şi numeroase combinaţii în care *Co* este trivalent.

Lectură: Din tratarea sulfoarseniurilor de *Ni* şi *Co*, se obţine un silicat de *Co* şi K care mai conţine şi Sodiu, ceva *Al*, *Ni* şi *Fe*, sub forma unei sticle albastre. Sfărămând sticla aceasta se obţine o pulbere fină, de coloare albastră, numită *Smalt* sau *azur*. Ea serveşte la pictare pe porţelană.

Ni, *Co* şi *Fe* sunt elemente foarte asemănătoare prin proprietăţile lor. Toate trei sunt magnetice. Toate trei arată fenomenul *pasivităţii* faţă de acidul azotic. Toate trei au combinaţii ca metale bivalente şi trivalente. La *Fe* şi *Co* se constată tendinţa de a trece din metal bivalent în metal trivalent; la Nichel această tendinţă se arată în măsură redusă. Avem deci mai mare apropiere între *Fe* şi *Co* din acest punct de vedere. Există combinaţii cu cianura de K, asemănătoare la ambele metale

$Fe(CN)_6K_4$	Ferocianură de K
$Co(CN)_6K_4$	Cobaltocianura de K
$Fe(CN)_6K_3$	Fericianură de K
$Co(CN)_6K_3$	Cobalticianură de K.

Cerneli simpatice. — Dacă facem soluţii diluate de Cl_2Co ori Cl_2Ni, şi scrim pe o foae de hârtie, scrisoarea de abea se vede. Dacă încălzim uşor hârtia, apare scrisul în coloare galbenă pentru *Ni* şi albastru pentru Cobalt. Când substanţa a absorbit umezeala din atmosferă, scrisul dispare din nou. Făcând pe hârtie deci semne, flori de exemplu, ele apar când aerul este uscat cu colorile amintite mai sus. In felul acesta dau indicaţii asupra umidităţii din atmosferă (*florile barometrice*).

Manganezul, *Mn*. (Mangan)

Se obţine din oxidul salin de Mangan prin Aluminotermie.

Compuşii acestui element joacă mare rol în Chimie. In unii compuşi Manganul joacă rol de *metal*; aşa avem:

MnO, oxidul de Mangan, $Mn(OH)_2$ hidroxidul

Mn_2O_3 sesqui oxid de Mangan

Mn_3O_4 oxid salin de Mangan

MnO_2 Bioxid de Mangan. Ca mineral se numeşte *Pirolusită*.

In alţi compuşi Manganul joacă rol de *metaloid*.

Există săruri de-a acizilor *manganic* (MnO_4H_2), analog cu SO_4H_2 şi a *acidului permanganic* $MnOH_3$. Avem astfel:

MnO_4K_2 Manganat de potasiu, verde

$Mn\ O_4K$ permanganat de K, violet în soluţii apoase.

Bioxidul de MnO_2 serveşte la prepararea Oxigenului din ClO_3K, cu care ocazie el nu sufere nici o schimbare. Din contra la prepararea Clorului, bioxidul de Mn este transformat în $MnCl_2$ Clorură de Mangan.

$$MnO_2+4HCl=MnCl_2+H_2O+Cl_2$$

Există SO_4Mn, sulfat de Mangan. Soluţiile *diluate* de săruri $MnCl_2$, $SO_4\,Mn$ sunt *incolore*.

MnO_2 mai serveşte la decolorarea sticlei topite, la prepararea Uleiurilor sicative.

Manganat de potasiu. MnO_4K_2. — Se prepară *calcinând* într'un creuset în contact cu aerul, 10 gr de MnO_2 cu 30 gr NO_3K. Se obţine o masă verde, care dizolvită în *cantitate mică* de apă dă o soluţie *verde închis*. Substanţa verde este manganat de potasiu MnO_4K_2. Soluţia verde se menţine când în apă avem şi hidroxid de potasiu. Dacă însă *diluăm soluţia*, adăogând apă, coloarea trece din *verde în violet*, din cauza formării permanganatului de potasiu

$$3MnO_4K_2+H_2O=MnO_2+4KOH+2MnO_4K.$$

Trecerea manganatului în permanganat se face şi prin aer care are ozonă

$$2MnO_4K_2+O_3+H_2O=2MnO_4K+O_2+2KOH$$

Experienţă. — 1. La soluţia verde de MnO_4K_2 se adaogă câteva picături de acid acetic ori azotic; se formează imediat soluţia violetă.

$$3K_2MnO_4+4HNO_3=2MnO_4K+MnO_2+4KNO_3+2H_2O$$

2. La soluţie de MnO_4K acidulată cu H_2SO_4 se adaogă sol. SO_2 în apă. Coloarea dispare

$$2MnO_4K+3SO_4H_2+5SO_3H_2=2SO_4Mn+SO_4K_2+5SO_4H_2+3H_2O.$$

Reacţiile permanganatului se fac cu schimbări de coloare. De aceia în chimie soluţiei de permanganat i se spune de multe ori soluţie de *Cameleon*.

Cromul, *Cr*

Intâlnim următoarele minerale de Crom: *Crocoisa* sau *Cromat de Plumb*, CrO_4Pb; *fierul cromat* $Cr_2O_3.FeO$.

Metalul a fost obţinut încălzind oxidul de Crom, Cr_2O_3 cu Cărbune. Se obţine uşor încălzind Cr_2O_3 cu pulbere de Aluminiu.

Metalul este întrebuințat la prepararea unor fonte de crom (*ferrochrom*) și a oțelului cu Crom.

In combinații Cromul joacă rol fie de metal, fie de metaloid, ca și Manganul. Așa avem Sulfat de Crom $(SO_4)_2Cr_2$ Oxid de crom Cr_2O_3

alun de crom $(SO_4)_2Cr_2SO_4K_2.24\ H_2O$

combinații în cari Cromul este metal trivalent. Avem însă și combinații unde Cromul este metaloid hexavalent.

CrO_3, anhidrida cromică; ace prismatice roșe; este oxidant energic. Turnând câteva picături de alcool peste CrO_3, alcoolul se aprinde. Antridridei acesteia îi corespunde *acidul cromic* CrO_4H_2, care n'a fost izolat. Cunoaștem însă *cromați* CrO_4K_2, galben analog cu SO_4K_2.

De asemenea $Cr_2O_7K_2$ bicromat de potasiuri, de coloare roșie. Bicromatul de potasiu are numeroase întrebuințări. Amesticul de $Cr_2O_7K_2$ cu H_2SO_4 este un oxidant prețios; este întrebuințat în elementele galvanice pentru a oxida H care vine la polul positiv

$$CrO_7K_2 + {}_1SO_4H_2 = Cr_2(SO_4)_3 + SO_4K_2 + {}_4H_2O + {}_3O$$

Aurul.

Este metalul cel mai maleabil și mai ductil. Poate fi redus în foiți așa de subțiri că trebuesc 10000 din acestea ca să dee grosimea de 1 mm. Printr'o asemenea foiță de aur lumina trece verzie. Dintr'un gram de aur se poate face un fir de 3000 m. lungime. Este foarte rezistent la acțiuni chimice; acizii cei mai tari nu-l atacă. Este dizolvit numai de amesticul ce acid clorhidric și azotic numit *apa regală*. Se pune 1 vol. ac. azotic conc. cu 3 vol. acid clorhidric. Acidul azotic oxidează *HCl* punând în libertate clor:

$$NO_3H + 3HCl = 2H_2O + NOCl + Cl_2;$$

$NOCl$ este clorură de nitrosil

$$NO_3H + HCl = H_2O + Cl + NO_2.$$

La aer nu se oxidează. Este deci un metal nobil. Punctul de topire 1075^0; densitatea 19.33, coloarea galbenă. Mercurul îl dizolvă ușor dând amalgamă. Amalgamele cu mai mult aur sunt solide. Unele din ele se găsesc în natură.

Aurul este atacat la aer de soluție de CNK și de asemenea îl atacă apa de clor. Aceste proprietăți sunt întrebuințate la extracția lui.

De obiceiu se găsește aurul în stare nativă în roci de quarț; când acestea s'au sfărâmat prin procesele de dezagregare naturală apa a dus și aurul din ele, împreună cu sfărmăturile lor, așa încât îl găsim și în nisipurile provenite din ele. Se găsește Aur în California, Mexic, Peru, Brasilia, Siberia, Australia, Africa de sud (Transvaal), Rusia, Ungaria și în România, în Transilvania. In Germania se scoteau oarecari cantități din nisipurile Rinului.

Când este în stare nativă, el conține totdeauna argint. Când aliajul are mai mult de 36% argint se numește *Electrum* a cărui coloare variază după cantitatea de argint. Din electrum sunt vasele și obiectele găsite la popoarele din vechime.

Tratamentul mineralului pentru extragerea aurului din el, variază după loc, forma, în care se găsește aurul (dacă este nativ ori în combinații), etc. Bucăți mari de aur, numite *pepite*, se găsesc rar. Se citează bucăți de 87 kgr, 74, 68, 54 și 30 kgr. In genere se găsesc numai granule mici. In Transilvania îl găsim combinat cu Telurul la Băița, Brad, Roșia; în nisipuri se găsește la noi în râurile Bistrița, Buzău, Olt Exploatări de aur avem în România în patru regiuni. 1. *munții apuseni* (Brad, Zlatna, Roșia....); 2. regiunea *Baia mare*, jud. Satu-Mare; 3. In Vâlcea și 4. Banat.

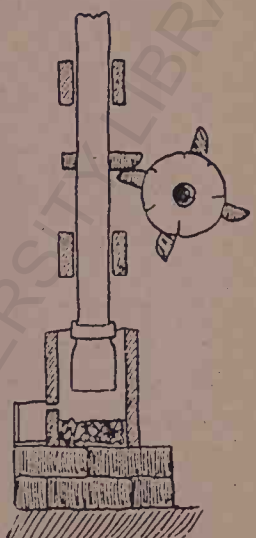


Fig. 95

Trei sunt operațiile principale întrebuințate în extragere: 1. Spălarea, 2. Dizolvirea la aer în soluții de cianură de potasiu; 3. Dizolvirea prin clor. In Transvaal se întrebuințează toate acestea.

Spălarea se face de multe ori (California), punând mineralul pe site și lăsând să curgă apa, pe când sitele sunt mișcate. Prin sită trec grăunțele mici de aur și nisip. Ele sunt reținute pe pânze, puse sub site. De multe ori nisipul aurifer astfel obținut este lăsat să se usuce; prin suflare de aer nisipul este îndepărtat și rămâne aurul. Operația se oprește uneori aici. Alte ori este nevoe de sfărâmat mineralul pietros cu ajutorul Șteampurilor fig. 95, și de calcinat nisipurile cu pirita. In Transvaal mineralele conțin 18 gr. aur la tonă. După ce sunt sfărâmate sunt conduse peste plăci de cupru amalgamate așezate înclinat. Aurul este amalgamat de mercur; se reține astfel aproximativ 50% din aurul total. Amalgama este încălzită în retorte: mercurul este distilat, iar aurul rămâne.

Restul de mineral, trecut peste plăcile de cupru, sunt spălate, pe cât posibil de pirite, calcinate și tratate cu Clor. Din clorura de aur se scoate ușor aurul prin reducători, SO_4Fe, SO_2...

Aurul curat este întrebuințat la facere de bijuterii, la aurit lemnul, (poleit lemnul), marmora, în legătoriile de cărți etc.

Lectură: Se fixează aur în sticlă. Pentru a depune o pătură de aur pe *metale* se întrebuinţează mai multe procedee.

1. Pe cale umedă. Se pun obiectele într'o bae de clorură de aur şi Carbonat de Sodiu dizolvite în apă, încălzită la ferbere.

2. Se depune electrolitic aur pe obiectele puse la polul negativ, cel pozitiv fiind alcătuit din foi de aur. Baia constă din Soluţie de

Fig. 95. Şteampuri.

cianură de aur şi potasiu. Punând în bae şi Săruri de cupru ori argint, se depun pe obiect aliaje.

3. Procedeul la temperatura înaltă. Suprafaţa obiectului este frecată cu amalgamă de aur şi apoi se încălzeşte la incandescenţă, pentru a alunga mercurul. Suprafaţa metalului depus se face lucie prin frecare. Pentru a face suprafaţa *mată*, se încălzeşte cu un amestic de sare, alun şi azotat de potasiu.

In timpurile noastre procedeul electrolitic a înlocuit pe celelalte.

Aliajele. — Se adaogă aurului mai ales cupru ori argint. Cantitatea de aur se dă sau exprimând cantitatea de aur din 1000 părţi (*titlul*; de exemplu titlul 900, înseamnă că în 1000 gr. de aliaj sunt 900 gr. aur) sau în *carate*. Aurul curat este arătat cu 24 *carate*. De obiceiu obiectele de aur sunt de 14, 18 carate, adică $\frac{14}{21}.100$ şi $\frac{18}{21}.100$ părţi la sută.

In Germania, dintr'un kgr. de aur curat se fac 279 monede de câte

10 mărci. Prin urmare preţul unui kgr. aur este de aproape 2790 mărci. Mai adăogăm că o piesă de 10 mărci aur conţine 0,398 gr. Cu şi 3,584 gr. aur, adică are o greutate de 3,982 gr.

Proba aurului.

De oarece este nevoe să se ştie cât aur curat este într'un aliaj, amintim în câteva cuvinte probele se se fac pentru a avea indicaţii în această privinţă.

Metoda veche, expeditivă şi destul de exactă în unele cazuri, constă în a trage cu aliajul o dungă pe o piatră formată din acid silicic numită *piatră lidiană* sau *Lidită*. Se trag apoi o serie de dungi cu bastonaşe de aur, de compoziţie cunoscută şi se compară colorile. Proba aceasta se face şi la obiectele de argint. Un observator bine exercitat poate determina cantitatea de argint destul de exact, cu diferenţe de 0,15% ori 0,2%. In aur trebue întâi aflat, care-i metalul cu care-i aliat, Cupru ori argint sau amândouă. Bastonaşul de comparaţie trebue să fie din acelaş aliaj.

Pentru complectarea probelor la aliajele de aur se mai cercetează dungile lăsate pe piatră cu ajutorul soluţiilor de apă regală (1 gr. HCl, 80 gr. HNO_3 şi 100 gr. apă). Cu picături din acest amestic se atinge dunga într'o porţiune a ei. Apa regală în concentrarea de mai sus, nu atacă la temperatura ordinară, aliajele cari au 75% aur sau mai mult. Metoda nu dă rezultate bune cu aliajele cari au mult aur. Pentru aliajele de titlul 583, din cari se fac bijuteriile etc.. ea este destul de exactă.

Din combinaţiile aurului citâm: suboxidul de Aur, Au_2O şi protoclorura de Aur, $Au\,Cl$ în cari metalul este monovalent. Apoi oxidul Au_2O_3 şi Triclorura $AuCl_3$ în cari metalul este trivalent.

Platină *Pl*

Metalul a fost descoperit în nisipul unor râuri din America de sud. In Europa fu cunoscut prin 1741. Metalul alb cenuşiu fu numit *platina*, diminutiv spaniol din *plata* (argint). Minerale de Platină fură descoperite apoi în *Urali*, *Borneo*. Are densitatea 21,48; se topeşte la 1780°, temperatură obţnută prin ardere de Hidrogen în Oxigen. Este maleabilă şi ductilă. Bucăţile de platină încălzite puternic (la alb), se lipesc când sunt bătute (ca şi ferul). Aerul nu are acţiune asupra platinei, de asemenea nici acizii. Este dizolvată de apa regală.

Are numeroase întrebuinţări. In special se fac din platină obiecte întrebuinţate în laborator: creusete, capsule, foi, fire, balonaşe. In industrie se întrebuinţează vase de platină pentru concentrarea acidului sulfuric. In electrotechnică este mult întrebuinţată la facerea de electrozi, pentru electrolize.

După felul cum este preparată se arată sub diferite aspecte. Aşa avem Platină cu *aspect buretos, burete de platină*. Alte ori o avem fin divizată numită *negru de platină*.

De multe ori avem platină fin divizată pe fibrele de asbest, formând *asbestul platinat*, sau în porii petrei ponce, *piatră ponce platinată*. Buretele de platină, negrul de platină, asbestul platinat şi piatra ponce platinată au numeroase întrebuinţări.

Experienţă. Peste fitilul unei lămpi cu spirt în care am pus alcool amestecat cu eter (în volume egale) se pune un fir de platină în spirală. fig. 96 Se aprinde lampa şi când firul este incandescent, se stinge flacăra fără a răci firul. Vaporii de alcool şi eter continuă a se urca şi ard numai la suprafaţa firului roş de platină, fără ca să se aprindă lampa din nou. In acest caz platina *favorizează* arderea, prin oxigenul ce-l condensează, fără ca ea să iee parte la reacţie. Dacă în lichid s'au pus esenţe, ele se răspândesc în cameră. (Lampa incandescentă Davy).Experienţa se poate face şi sub forma următoare. Într'un pahar se pune ceva eter ori alcool metilic. Se suspendă o spirală de platină încălzită la roş într'o flacără. Firul continuă a rămâne roş, prin faptul că la *suprafaţa* lui ard vaporii. Avem lampă fără flacără.

Fig. 96

Dacă în hidrogenul care iesă dintr'un tub subţiat introducem *asbest platinat*, hidrogenul se aprinde. Pe baza acestei experienţe s'au construit aprinzătoare pentru lămpile cu gaz aerian. Inainte de descoperirea chibriturilor, se întrebuinţa aprinzătoarea lui *Dobereiner*, unde un curent de hidrogen lovea *platină bureteasă* şi se aprindea. Platina fin divizată, poroasă, *piatra ponce platinată* sunt catalizatori.

Asbestul platinat lucrează *catalitic* la combinarea gazului SO^2 cu oxigenul, pentru a da SO_3, trioxid de sulf, ori anhidridă sulfurică. Această reacţie constitue baza pentru fabricarea acidului sulfuric prin *procedeul contactului* (fabrica din *Câmpina*..).

Trebue menţionată încă o combinaţie, care joacă mare rol în *radioscopie*, deci în medicină. Combinaţia $PtCl_2$ este clorura *platinoasă*, cu *Pt* bivalentă. Din ea avem $PtCl_4K_2$, cloroplatinit de potasiu (clorură platinoasă cu clorură de K.). Exact la fel avem combinaţia $Pt(CN)^2$ *Ba*, care este numită *Kalium platino cianură*. Pusă pe un carton, ea devine luminoasă, când este lovită de razele X. Cartonul cu cianura de platină şi Bariu se numeşte *ecran fluorescent*.

Sistemul periodic al elementelor.

Lectură: Nevoea de a face clasificări după *asemănări* s'a simţit în stiinţile naturale, (în botanică, zoologie) îndată ce studiul s'a întins la un mare număr de plante şi animale. Nevoia de a stabili asemănări între elemente şi a clasifica în grupe elemente cu proprietăţi asemănătoare s'a simţit şi în Chimie. *Dumas*, ţinând samă de combinaţiile metaloizilor cu Hidrogenul, a putut forma grupe după *valenţă*, aşa cum le-am studiat şi noi până acum. Un sistem de clasificare după valenţă a încercat şi *Frankland* în 1852. Alăturea de aceste încercări, s'au făcut altele, cari stabileau relaţii între ponderile atomice ale elementelor asemănătoare. *Döbereiner* considera grupe de câte 3 elemente, numite *Triade*, şi arată că între ponderile atomice apar diferenţe egale.

		Diferenţă			*Diferenţă*
Cl	35,5		*Ca*	40	
		44,5			48
Br	80		*Sr*	88	
		47,0			49
I	127		*Ba*	137	

In aceste grupe vedem că *pondul atomic al elementului de la mijloc este aproapiat de media aritmetică a ponderilor atomice a elementelor extreme.*

Aşa $\frac{35.5+127}{2} = 81$, pondul atomic al *Br* este 80

$\frac{40+137}{2} = 88,5$ (pe când pondul atomic al *Sr* este 88.

Tabloul următor arată alte regularităţi, relativ la un număr mai mare de elemente.

Pond atomic	D	Pond atomic	D	Pond atomic	D
F 19,0		O 16		*Li* 7.03	
	16.45		16.06		16.02
Cl 35.46		S 32,06		*Na* 23,05	
	44.51		17.04		16.10
Br 79.96		*Se* 47,01		K 39.15	
	46.89		17.90		16.25
I 126.85		*Te* 94.9		*Rb* 85.40	
					47.60
				Cs 133,00	

Mg	24.36	
		15,64
Ca	40,00	
		47,60
Sr	87.60	
		49.80
Ba	137.40	

Se vede că diferenţele D între ponderile atomice ale elementelor aşezate după valenţă sunt în jurul numerilor *16* şi *48*.

Asta înseamnă că trebue să existe relaţiuni între proprietăţile elementelor şi ponderile lor atomice. In 1865 *Newlands* făcu o altă constatare. El aşează elementele, *cunoscute atunci*, după mărimea pondului atomic, astfel :

H	*Li*	Be	B	C	N	O	F	*Na*	*Mg*	*Al*
1	7	9	11	12	14	16	19	23	24,3	27
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Si		P		S		*Cl*		K	*Ca*	
28.3		31		32		35,46		39,15	40	
11		12		13		14		15	16	

Sub fiecare element este pus pondul atomic rotunjit. Lăsând H la o parte, am notat cu numere 1, 2, 3, pe celelalte elemente, aşa cum vin ele în şir. Se constată că după fiecare *şapte* elemente, vine al optulea care are aceleaşi proprietăţi chimice, ca cel cu şeapte numere mai înainte : elementele cu numerile 1 (*Li*), 8(*Na*) 15(K), sunt metale monovalente : apoi

2 (*Be*), 9 (Mg), 16 (*Ca*) sunt bivalente etc.. Regularitatea aceasta fu numită *legea octavelor* (*Newlands* 1865). Ea se vede bine în felul de aşezare utilizat de *Chancourtois*. El înscrie elementele pe o helice dusă în jurul unui cilindru aşa ca al 8-lea element să vie sub întâiul (Helice telurică) ; atunci pe o generatrice a cilindrului vin aşezate unul sub altul elementele *Li*, *Na*, K etc. Dacă ne închipuim că disfacem cilindrul după o generatrice şi desfăşurăm într'un plan suprafaţa lui, helicea este trasformată în o serie de linii paralele înclinate, şi elementele se găsesc înscrise aşa cum arată tabloul Pe liniile verticale (ele corespund la diferite generatrice ale cilindrului) se găsesc elemente ase-

mănătoare din punct de vedere chimic: monovalente *Li*, *Na*, K,.. bivalente *Be*, *Mg*, *Ca*, *Zn*...

H	Li	Be	B	C	N	O	F
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
	K	Ca	—	T	V	Cr	Mn
	Cu	Zn	Ga	—	As	Se	Br
	Rb	Sr	—	Zr	Nb	Mo	—
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I

Fig. 96

In 1869 *Lothar Meyer* arată că proprietăţile fizice sunt *funcţiuni periodice* ale ponderilor atomice. El consideră *volumul unui gr. atom* de element, care se calculează împărţind *pondul atomic* prin densitatea în *stare solidă*, scrie pe o linie orizontală elementele în ordinea ponderilor atomice şi pe linii verticale duce *volumele atomice*. Obţine astfel figura următoare:

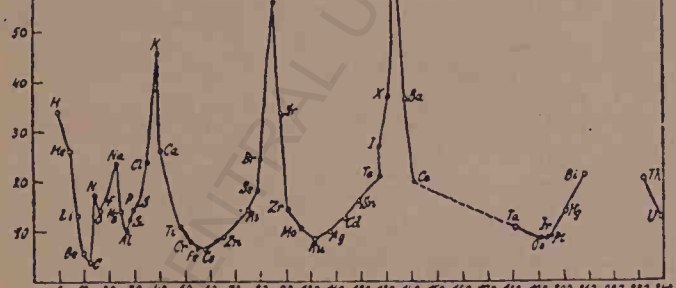


Fig. 97

Linia care arată variaţiile presintă *maxime* (H *Na*, K..) şi minime (C,O, Al etc..).

Pe ramurile *scoborîtoare* ale curbei şi la vârfuri avem *metale*, cari în disociaţia electrolitică sunt *Cationi* (elemente încărcate pozitiv sau *electropozitive*) *Li*, *Be*, *Na*, *Mg*, K, *Ca*. Pe ramurile scoborîtoare avem elementele *electronegative* (în electroliză merg la polul pozitiv, în disociaţia electrolitică sunt încărcate negativ), N, O, F, *Si*, P, S, *Cl*...

In acelaş an 1869 *Mendelejeff* a accentuat şi mai mult legătura dintre proprietăţile fizice şi chimice ale elementelor şi ponderile lor atomice, arătând că aceste proprietăţi sunt *funcţiuni periodice* ale *ponderilor a-*

lomice. Tabela pag. 239 cuprinzând toate elementele cunoscute *acum* (unele nu erau cunoscute la 1869) arată variaţia proprietăţilor chimice cu pondul atomic. In tabelă dăm şi numărul de ordine al elementelor, începând cu H, al cărui număr de ordine este 1. Hidrogenul ocupă un loc aparte: Proprietăţile chimice ale unui element îşi au exprimarea lor în valenţa elementului.

Tabela este ca acea a lui *Chancourtois*, numai cât liniile sunt orizontale. La fiecare element este indicat şi pondul atomic H=1.008, C=12 etc..

a) Variaţia *periodică* a valenţei (adică a caracterului chimic) se vede de acolo, că în linia orizontală cu elementele No. 2, 3, ... 9 valenţa creşte regulat dela 0 (He), la I (*Li*), II(*Be*), III(B), IV(C); de aici valenţa în raport cu H scade la III (N), II(O) şi I (F); din contra cea maximă în raport cu O continuă să crească V(N); în linia orizontală cu elementele de număr de ordine 10—17, avem o serie unde se *repetă* proprietăţile elementelor dela numerile precedente 2—9. Avem astfel în fiecare linie orizontală câte 8 elemente (perioade mici).

In coloane verticale avem elemente cu valenţa:

zero în coloana O
unu I
doi .. .. II ş. a. m. d.

Valenţa în coloanele V, VI, VII variază, după cum o luăm în raport cu H ori cu O. Numerile V, VI, VII, dau valenţa în raport cu Oxigenul.

Se constată aici o regularitate:

La azot avem valenţa 3(NH_3) şi V (N_2O_5). Tot aşa la elementele din coloana azotului. Suma acestor două valenţe este 3+5=8. In coloana VI O, S, *Se*, *Te*, avem valenţa minimă 2 (OH_2, SH_2...) şi maximă VI (SO_3). Şi aici vedem: 2+6=8

Acelaş lucru în coloana VII, valenţa *minimă* este 1 (*Cl*H,*Br*H) şi maximă 7 (ClO_4K) şi acum 1+7=8

In general deci pentru coloanele verticale V, VI, VII avem regula: valenţa minimă (în raport cu H), adunată cu cea maximă (în raport cu Oxigenul) dă suma 8.

b) La aceleaşi coloane avem şi altă regularitate. Scriem combinaţiile la următoarele elemente tipice din aceste coloane:

PH_3	SH_2	*Cl*H
PO_2H_3	SO_3H_2	*Cl*OH
PO_3H_3	SO_4H_2	ClO_2H
PO_4H_3		ClO_3H

In combinaţiile principale, numărul atomilor de H cari există în combinaţia cu Hidrogenul se menţine şi în combinaţiile oxigenate.

1 H = 1.008	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	2 He = 4	3 Li = 6.94	4 Be = 9,1	5 B = 11.0	6 C = 12	7 N = 14,01	8 0 = 16	9 F = 19	
	10 Ne = 20,2	11 Na = 23	12 Mg = 24,32	13 Al = 27,1	14 Si = 28,3	15 P = 31,04	16 S = 32,07	17 Cl = 35,46	
	18 Ar = 39.9	19 K = 39,1	20 Ca = 40,09	21 Sc = 44,1	22 Ti = 48,1	23 V = 51,06	24 Cr = 52,00	25 Mn = 54,93	26 27 28 Fe Co Ni 55,84 58,97 58,68
		29 Cu = 63,57	30 Zn = 65,37	31 Ga = 69,9	32 Ge = 72,5	33 As = 74.96	34 Se = 79,2	35 Br = 79,92	
	36 Kr = 82,92	37 Rb = 85,45	38 Sr = 87,63	39 Y = 89,0	40 Zr = 90,6	41 Nb = 93,5	42 Mo = 96,0	43	44 45 46 Ru Rh Pd 101,7 102,9 106,7
		47 Ag = 107,88	48 Cd = 112,4	49 In = 114,8	50 Sn = 119,0	51 Sb = 120,2	52 Te = 127,5	53 I = 126,92	
	54 X = 130,2	55 Cs = 132,81	56 Ba = 137,37	57 La = (139)	58 Ce = (140)				
					72	73 Ta = 181,0	74 W = 181,0	75	76 77 78 Os Ir Pt 190,9 193,1 195,2
		79 Au = 197,2	80 Hg = 200,0	81 Tl = 204	82 Pb = 207,2	83 Bi = 208	84 Po	85	
	86 Em = 222	87	88 Ra = 226	89 Ac = 227	90 Th = 232,4	91 Protactinium	92 U = 234 - 238		

BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Am amintit că s'au făcut numeroase încercări pentru aşezarea în ordine a elementelor. Redăm una din aceste încercări: lângă element indicăm numărul de ordine.

1 H																2 He
3 Li	4 Be	5 B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	13 Al	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 A
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 ...	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 X
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	73 Ta	74 W	75 ...	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 ...	86 Em.
87 ...	88 Ra	89 Ac	90 Th.	91 Pa	92 U	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Se vede că în mod firesc, avem în stânga *metalele* cu puternice proprietăţi bazice, la dreapta metaloizii şi elementele nobile gazoase, iar la mijloc restul de elemente.

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Avem PH_3 şi în toţi acizii fosforului din tablou avem tot 3 atomi de H: la S avem SH_2 şi în acizi câte 2 atomi de H; la *HCl* un atom de H şi găsim câte unul şi în acizi.

Azotul face excepţie: NH_3 NO_3H, NO_2H..

Greutăţi la Clasificare.

a) Când *Mendelejeff* a imaginat *sistemul periodic* de clasificare a elementelor ponderile atomice ale unor elemente nu erau bine cunoscute. După proprietăţile lor însă *Mendelejeff* le-a fixat locul în Tabelă şi deci le-a indicat pondul atomic. Sistemul periodic a servit deci la fixarea ponderilor atomice la unele elemente.

b) In Tabela dată de noi, am pus toate elementele cunoscute astăzi. Pentru locurile dela No. 59—72 se cunosc acum elementele numite a *pământurilor rari*, pe cari nu le-am trecut. Când Mendelejeff a stabilit tabela, locurile dela No. 21, 31 şi 32 rămăseseră libere; elementele din tabela actuală *Sc*, *Ga*, *Ge* nu erau cunoscute. Mendelejeff a prezis existenţa lor şi le-a descris proprietăţile chimice şi fisice; când elementele au fost discoperite, s'au *confirmat acele prevederi*.

c) In sistem avem 3 *inversiuni*: Argonul cu pond atomic 39,9 este pus *înaintea* K cu 39,1; tot aşa *Co* (58,97) înainte de *Ni* (58,68) şi *Te* (127.5) înainte de I (126,92). In aceste 3 cazuri vine *înainte* elementul cu pond atomic mai mare. Această aşezare era indicată de *proprietăţile chimice ale elementelor*: Te face parte din familia metaloizilor bivalenţi O, S, Se, iar Iodul din familia Clorului. *Mendelejeff* n'a esitat să le aşeze la *familiile naturale*.

Avem astfel în aşezare *inversiuni*. Lucrările din ultimii 20 de ani, arată că aşezările acestea sunt pe deplin justificate, ţinând seamă de No. de ordine al elementelor. S'au găsit metode, cari permit *determinarea acestor numere de ordine*. In felul acesta s'a determinat pentru Te numărul de ordine 52 şi pentru I 53 şi tot aşa numerile pentru celelalte elemente.

Clasificarea lui *Mendelejeff* actualmente se păstrează, cu două observaţii fundamentale:

a) La baza aşezării elementelor se ţine seamă numai de proprietăţile chimice;

b) Se aşează elementele după numerile de ordine. Tabloul rămâne; *numerile de ordine* pentru Ar, K; *Co*, *Ni*; *Te*, I dau un sistem *fără inversiuni*.

In timpurile noastre se cunosc vr'o 127 de elemente cari trebuesc fixate în clasificare pe 92 de locuri, După proprietăţile lor chimice se constată că pe acelaş loc trebuesc puse elemente cu *ponderi atomice deosebite*, dar de *proprietăţi chimice* identice. Se cunosc 3 feluri de

Plumb: unul de pond atomic 208, altul 206 şi plumbul obicinuit de pond atomic 207,2. De oarece acestea trebue să ocupe în clasificare acelaş loc (au acelaş număr de ordine şi acelaşi proprietăţi chimice) au fost numite elemente *isotope* (isos=acelaş şi topos=loc, pe greceşte).

Cazuri de *isotopie* sunt mai numeroase: avem o serie de elemente cu numărul de ordine 92 (al Uranului), altele la 91, altele la 90, 89, 88, 86, etc.

Studiul acestor fenomene de *isotopie* a condus la concluzii de cea mai mare importanţă pentru chimie.

Idelle actuale cu privire la compoziţia materiei.

Lectură: Am văzut că pentru elemente de *acelaş caracter chimic*, cum sunt *Cl*, Br, I ori *Ca*, Sr, *Ba* diferenţa între ponderile atomice este aceiaşi circa 48. Când la un atom de Clor se adaoge circa 45 unităţi, obţinem atomul de Brom; dacă la acesta se adaogă încă 47 unităţi se obţine atomul de *iod*; adăogarea nu schimbă caracterul chimic; asta înseamnă, că ceeace s'a adăogat represintă *acelaşi lucru, este materie de acelaş fel.* Cu modul acesta constatăm părţi de materie identice în atomul de *Br* şi de iod. Acelaş lucru când trecem dela *Ca* la *Sr* şi dela *Sr* la *Ba*. Fiindcă partea adăogată este aceiaşi de circa 48 unităţi, constatăm că putem admite că avem *părţi* de aceiaşi materie în Br, Iod, Sr, Ba.

Tot aşa dacă mergem în linii orizontale: adăogând la Litiu diferenţa 9,1—6.94 (dela Be la Litiu) trecem dela un elemente monovalent la unul bivalent, caracterul chimic se schimbă cu 1 valenţă; tot aşa dela Be la B avem creştere de 1 valenţă, de la B la C etc. .Pentru că avem *aceiaşi variaţie* în proprietăţile chimice, putem scoate încheerea, că şi ceia ce s'a adăogat reprezintă *aceiaşi materie*, De aici scoatem încheerea generală că în *atomi* avem părţi de aceiaşi materie. Cu alte cuvinte: 1. atomul unui element nu mai este un *întreg omogen*, ci e format din *părţi*; 2. părţile acestea sunt formate din acelaşi materie.

Interpretând deci proprietăţile chimice ale elementelor, ajungem la concluzia, că la baza structurei tuturor atomilor este o materie unică.

Studiul fenomenelor de isotopie a condus la acelaş rezultat. S'a putut dovedi că în atomii de Clor obicinuit de pond atomic 35,46 există de fapt două feluri de *atomi*: unii de pond atomic 35 şi alţii, mai puţini la număr de pond atomic 37; ei sunt *isotopi*; o dată ce s'au amestecat fie în nebuloasa primitivă, fie mai târziu, aceste două feluri de atomi, având aceleaşi proprietăţi chimice, au luat parte la aceleaşi reacţii şi nu se mai pot isola, unii de alţii în cantitate mare.

In amestic ei se presintă ca un corp unitar, de pond atomic, care este un număr fracţionar 35,46.

La Plumb avèm acelaş lucru. Din *Pb* cu pond atomic 208 şi din isotopul cu pond atomic 206 a rezultat plumbul obicinuit de pond atomic 207,2.

La mercur, şi alte elemente s'a constatat acelaş lucru.

Technica modernă a permis deci să se izoleze cantităţi foarte mici de isotopi, unii de alţii, şi să se arate că în definitiv există un număr de elemente, a căror ponderi atomice (li se spune mase atomice) raportate la atomul de Hidrogen sunt *multipli exacţi ai atomului de Hidrogen.*

Prin 1815 şi 1817 când tabela ponderilor atomice nu era stabilită pe baze de analize exacte, ponderile atomice cunoscute erau numere întregi şi atunci *Proul* în Anglia (1815) şi *Meinecke* (1817) în Germania, făcuseră ipoteza că toate elementele au la bază aceiaşi materie, Hidrogenul. Tabela *maselor* atomice a elementelor cunoscute acum arătând că aceste mase sunt numere întregi, arată că la baza compoziţiei atomilor trebue pusă o substanţă primordială unică. Am ajuns astfel la teoria *unităţii materiei*: atomii apar ca formaţi din părţi ale unei substanţe primitive. Această concluzie loveşte în ideile ce le aveam dela *Dalton*, care credea că sunt mai multe feluri de atomi şi că un atom este un tot indivizibil, un întreg care nu mai este format din părţi.

Pentru ca chestiunea să fie pe deplin clarificată trebuia să se arate 1. că atomii se pot diviza şi 2. că părţile obţinute sunt de aceiaşi natură.

După descoperirea razelor X sau *Roentgen* în 1895, s'au făcut studii asupra discărcărilor electrice în tuburi cu gazuri sub presiune mică. S'a constatat, în cursul acelor studii, că dela catodă sunt aruncate cu repegiuni mari părticele încărcate cu electricitate negativă numite *electroni*. S'a putut determina masa unei particule catodice şi s'a găsit că trebuesc 1800 electroni, pentru ca greutatea lor să fie cât a unui atom de Hidrogen. Dalton credea că atomul de Hidrogen este particula cea mai mică. S'a putut dovedi că există particule, *electronii*, de 1800 ori mai mici decât atomul de Hidrogen.

Imediat după *Roentgen*, în Franţa *Becquerel* a descoperit (1896) că *Uraniul* şi mineralele de Uran trimet raze analoage cu razele X; fenomenul fu studiat şi de soţii *Pierre* şi *Marya Curie* (poloneză de origină, născută *Sklodowska*). Trimeterea de *raze* de către Uran fu numită *radioactivitate*. Intensitatea razelor trimese, radioactivitatea, este proporţională cu cantitatea de Uran.

Intre compuşii de Uran, pe cari ei au încercat să-i studieze, era şi un mineral dela *Iouchimsthal* din Boemia, numit *Pechblendă*. Ei au constatat că *Pechblenda* nu se supune legei radioactivităţii relativă la Uran, căci are o radioactivitate de 4 ori mai mare, decât cea calculată, pe baza legei, din cantitatea de Uran. Ei au făcut ipoteza că în Pechblendă trebue să existe un element mult mai radioactiv decât Uraniul. Cercetările au arătat că ipoteza era dreaptă, căci au putut izola din Pechblendă un element nou de un milion de ori mai *radioactiv*, decât Uraniul. D-na *Curie* a isolat acest element, a arătat că este bivalent, că are pondul atomic 226; elementul fu numit *Radium*, *Ra*. Există $RaCl^2$, $RaBr^2$ (Clorură şi bromură de Radium).

Radium şi combinaţiile lui *luminează* slab la întuneric, fac bun conducător aerul din jurul lor, au totdeauna o temperatură mai mare decât mediul înconjurător; dizolvit în apă, o discompune, dând cantităţi mici de *Hidrogen* şi Oxigen.

O singură interpretare s'a putut da fenomenelor de radioactivitate: ele provin dela atomii de *U* şi *Ra*; atomii acestor elemente sufăr schimbări, şi o dată cu acestea trimet raze.

Natura acestor raze fu clarificată de un vestit fizician *Rutherford*, care punând într'un vas mic de *plumb* preparate de Radium şi expunându-le la acţiunea unui magnet puternic (un electromagnet), a constatat că radiaţia trimisă de preparat se disface în trei feluri de raze-pe cari le-a numit α, β, şi γ.

Cercetările au arătat că razele α sunt formate din părticele încărcate *pozitiv* şi că fiecare particulă este de 4 ori mai grea decât un atom de Hidrogen. Atomii de *He* sunt şi ei de 4 ori mai grei decât atomul de *H*. Atunci o particulă α apare ca un atom de *He* încărcat pozitiv. Adică cum ar fi un *ion de Ca*. Ar fi deci posibil din particule α ca să se obţie *He*. Acest lucru l'a şi constatat *Rutherford*. Razele β sunt formate din *electroni*, adică identice cu particulele din razele catodice; ele sunt aruncate din atomii radioactivi cu repegiuni enorm de mari, (30.000 km (sec), a zecea parte din repegiunea luminei (300.000 km (sec). Razele γ sunt identice cu razele X.

Fenomenele de Radioactivitate arată că unii atomi se discompun brusc (se întrebuinţează cuvântul *dezagregare*) şi că trimet ioni de *He* (particule α) şi *electroni*. La *U*, *Ra* etc.., această *dezagregare* este naturală. Existenţa ei dovedeşte deci că *atomii elementelor radioactive sunt sisteme formate* din părţi mai mici.

Părţile pe cari ei le trimet sunt totdeauna particule α şi β sau separat numai α, ori numai β. Razele γ, ca şi cele Roentgen, ca şi cele de lumină constau din unde, cari se propagă prin mediul înconjurător şi nu sunt deviate de magnet.

Pentru a afla structura atomilor substanţelor neradioactive, *N*, *Aur* etc., Rutherford i-a *bombardat* cu particule α. Acestea au o mare energie. Bombardând azotul cu particule α, Rutherford a constatat că din atomul de azot se pun în liberate ioni de *H*. Avem acum o *dezagregare artificială*. Pe de altă parte, fotografiind drumul razelor α când ele se mişcă prin diferite medii, a putut constata că aceste raze sunt deviate uneori *brusc*. In punctul unde are loc deviarea, trebue să fie electricitate positivă. Devieri de acestea au loc şi când razele trec prin foiţe de metal.

Pentru explicarea tuturor acestor fenomene *Rutherford* a admis că un atom este format dintr'un *nucleu pozitiv* şi că în jurul lui se mişcă electroni, aşa cum se mişcă planetele în jurul soarelui. Intre *nucleu* ei *electroni* distanţa este enorm de mare. Dacă ne-am închipuiun atom de *H* cât pământul, nucleul lui, în centrul pământului, ar ocupă volumul unei sfere de 12 cm. diametru: diametrul unui electron ar fi de 250 m. şi distanţa dintre nucleu şi electron ar fi de 3200 Km.

Cea mai mare parte din atom este deci *vid* şi prin acest vid poate străbate uşor o particulă α. Dar dacă ea în mişcarea ei, ar veni în direcţia nucleului, atunci ar fi *deviată*.

Teoria lui Rutherford a fost dezvoltată de Bohr. In nucleele diferiţilor atomi avem cantităţi de electricitate positivă liberă diferită. Nu numai materia este formată din atomi, dar şi electricitatea: există atomi de electricitate positivă (*pozitroni*) şi atomi de electricitate negativă.

In *nucleele* atomilor avem şi pozitroni şi electroni. Numărul acestora poate să fie foarte mare. Pentru ca nucleul să rămână positiv, trebue ca numărul pozitronilor din nucleu să fie mai mare decât al electronilor. Când numărul pozitronilor întrece cu 1 pe acel al electronilor, avem elementul cu numărul de ordine 1; în genere numărul pozitronilor liberi din nucleu este egal cu numărul de ordine al elementului în clasificarea lui Mendelejeff. Ipoteza *Rutherford-Bohr* explică numeroase fenomene.

Atomii deci sunt sisteme complicate; în interiorul lor există o bună parte vid. La baza structurei atomilor, deci a materiei, avem un singur component *electricitatea*, sub forma atomilor de electricitate. Existenţa electronilor a fost dovedită de acum vr'o 40 de ani; acea a *pozitronilor* de-abea de doi ani. M'am servit de expresia *pozitron* pentru a

face să se înțeleagă mai ușor structura atomilor. De fapt în momentul actual nu se știe în ce fel contribue pozitronii la formarea nucleelor.

Uraniul, Radiul, Emanația, Poloniul etc.... sunt elemente radioactive naturale. In cursul ultimilor doi ani s'a putut face o nouă constatare : bombardarea cu particule α (sau și altele) a unor atomi, dă naștere la elemente radioactive *necunoscute până acum*, a căror *masă* și durată a putut fi stabilită. Ele sunt *elemente radioactive artificiale*. Se deschide astfel un nou capitol în știință. (A se vedea articolul D-nei Joliot-Curie din Journal de chimie physique pe 1935).

In definitiv materia este *discontinuă* și formată din o singură *substanță*, electricitatea.

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

TABLA DE MATERII.

	Pag.
Introducere; istoric. Lavoisier	3— 12
Oxigenul. Arderi. Oxizi. Reacţii chimice	12— 17
Apa. Ape naturale, minerale. Apa de băut. Compoziţia apei. Disociare termică	17— 24
Oxigenul şi Ozona	24— 27
Hidrogenul. Difuziunea gazurilor. Flacăra oxidrică. Lumina *Drummond*. Amesticuri explosibile de oxigen cu hidrogen, benzină, pulberi. Fenomene de cataliză. Brichet. *Doebereiner*	27— 35
Combinarea în volume a Hidrogenului şi Oxigenului. Combinarea lor în greutate	35— 37
Apa oxigenată	37— 40
Aerul. Proprietăţi. Analiza aerului în volume şi greutate. Aer lichid. Maşina *Linde*. Gazuri nobile. Aerul este amestic. Determinarea bioxidului de carbon şi a vaporilor de apă din aer	40— 52
Legile combinării corpurilor în greutate. Explicarea lor. Teoria atomică. Greutăţile atomilor. Ponderi atomice	52— 60
Recapitulare din fizică relativ la corpurile gazoase	60— 66
Legile lui Gay-Lussac relative la combinarea gazurilor în volume. *Avogadro* şi *teoria moleculară*. Ponderi moleculare. Determinarea lor din densitatea gazurilor şi a vaporilor. Determinarea ponderilor atomice. Ponderi moleculare din proprietăţile soluţiilor	66— 85
Nomenclatura în chimie	85— 87
Metaloizi. Valenţa	87— 90
Stare născândă. Oxigen şi hidrogen active	90— 93
Fluorul. Acidul fluorhidric	93— 94
Clorul. Clorura de sodiu. Acid clorhidric	94— 99
Bromul. Iodul	99—102
Disociaţie electrolitică. Ioni. Neutralizare	102—104

	Pag.
Noţiuni de termochimie	104
Metaloizi bivalenţi. Sulful. Cristali. Noţiuni de cristalografie. Isomorfism. Macle. Hidrogen sulfurat. Bioxid de sulf. Trioxid de sulf. Acid sulfuric	104—121
Azotul. Amoniacul. Azotaţi, acid azotic	121—133
Fosfor. Arsenic. Stibin. Bismut	133—140
Borul	140—141
Carbonul .Diamant. Grafit. Cărbuni de pământ. Distilare uscată. Creioane. Duritate. Combinaţiile carbonului cu hidrogenul, oxigenul, sulf, azot	141—153
Siliciul. Bioxid de siliciu. Coloide	153—157
Metale. Caracterizare generală	157—160
Sodiul şi combinaţiile lui. Potasiul şi combinaţiile lui. Săruri amoniacale	160—166
Calciu. Flourura de calciu, carbonat, oxid de calciu. Var. ciment. Sulfat de calciu. Ipsos. Stecla	166—179
Zincul. Magneziul, cu combinaţiile lor	179—182
Mercur. Cupru. Combinaţii, aliaje	182—188
Argint, argintare; fotografia	188—194
Aluminiul. Oxizi de aluminiu, alun, silicaţi de aluminiu. Arta olăriei	194—207
Tencueli hidraulice. Beton	207—209
Staniul. Plumbul	209—213
Ferul. Combinaţiile lui. Minerale de fer. Metalurgia ferului. Cuptoare înalte. Fontă. Oţăl. Convertisor Bessemer. Pudlaj. Furnale Siemens-Martin	213—227
Nichel. Cobalt. Mangan. Crom	227—230
Aurul. Platina	230—235
Sistemul periodic al elementelor	235—242
Ideile actuale cu privire la compoziţia materie	242—246

Fundația
„Regele Ferdinand I" Iași
Intrată la Bibliotecă
Ziua 12 Luna ... 193...

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Preţul cărţii Lei 91.45
5% Taxa C. C. D. „ 4.55

Total Lei 96.—

7622-3-935

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

10